

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

---



**ТОМСКИЙ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

## **ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ И ОСВОЕНИЯ НЕДР**

**Том I**

*Проды XII Международного симпозиума  
имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных,  
посвященного 155-летию со дня рождения академика В.А. Обручева,  
135-летию со дня рождения академика М.А. Усова,  
основателей Сибирской горно-геологической школы,  
и 110-летию первого выпуска горных инженеров в Сибири*

Томск 2018

УДК 504(063)

ББК 20.1л0

П78

**П78 Проблемы геологии и освоения недр** : труды XXII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 155-летию со дня рождения академика В.А. Обручева, 135-летию со дня рождения академика М.А. Усова, основателей Сибирской горно-геологической школы, и 110-летию первого выпуска горных инженеров в Сибири. В 2-х томах. Том 1 / Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2018. – 893 с.

ISBN 978-5-4387-0826-1 (т. 1)

ISBN 978-5-4387-0825-4

В сборнике отражены проблемы палеонтологии, стратиграфии, тектоники, исторической и региональной геологии, минералогии, геохимии, петрологии, литологии, полезных ископаемых, металлогении, гидрогеологии, гидрогеохимии, инженерной геологии, геофизики, нефтяной геологии, геоинформационных систем в геологии, разработки нефтяных и газовых месторождений, переработки углеводородного и минерального сырья, нефтегазопромыслового оборудования, бурения нефтяных и газовых скважин, техники и технологии разведки и добычи, транспорта и хранения нефти и газа, горного дела, технологии и техники разведки месторождений полезных ископаемых, геоэкологии, гидрогеоэкологии, охраны и инженерной защиты окружающей среды, комплексного использования минерального сырья, землеустройства, экономики минерального сырья и горного права.

Статьи даны в авторской редакции.

**УДК 504(063)**

**ББК20.1л0**

**Главный редактор – А.С. Боев, директор ИШПР**

**Ответственный редактор – Г.М. Иванова**

**Ответственные редакторы секций:**

Секция 1 – И.В. Рычкова, доцент, к.г.-м.н.

Секция 2 – И.В. Кучеренко, профессор, д.г.-м.н.

Секция 3 – В.Г. Ворошилов, профессор, д.г.-м.н.

Секция 4 – Н.М. Недоливко, доцент, к.г.-м.н.

Секция 5 – М.М. Немирович-Данченко, профессор, д.физ.-мат.н.

Секция 6 – Л.А. Строкова, профессор, д.г.-м.н.

Секция 7 – С.Л. Шварцев, профессор, д.г.-м.н.

Секция 8 – В.К. Попов, профессор, д.г.-м.н.

Секция 9 – Е.Г. Языков, профессор, д.г.-м.н.

Секция 10 – С.И. Арбузов, профессор, д.г.-м.н.

Секция 11 – П.Н. Зятиков, профессор, д.т.н.

Секция 12 – П.А. Стрижак, д.физ.-мат.н.

Секция 13 (подсекция 1) – В.И. Ерофеев, профессор, д.ф.-м.н.

Секция 13 (подсекция 2) – Э.Д. Иванчина, профессор, д.т.н.

Секция 14 – В.И. Верещагин, профессор, д.т.н.

Секция 15 – А.В. Ковалев, доцент, к.т.н.

Секция 16 – Е.Н. Пашков, доцент, к.т.н.

Секция 17 – П.В. Бурков, профессор, д.т.н.

Секция 17 (подсекция 1) – С.Н. Харламов, профессор, д.физ.-мат.н.

Секция 18 – Г.Ю. Боярко, профессор, д.э.н.

Секция 19 – Л.М. Болсуновская, доцент, к.фил.н.

Секция 19 (подсекция 1) – Ю.В. Колбышева, доцент, к.фил.н.

Технический редактор – Е.Ю. Пасечник, ведущий эксперт организационного отдела ИШПР

Технический редактор – И.В. Павлова, эксперт организационного отдела ИШПР

**ISBN 978-5-4387-0826-1 (т. 1)**

**ISBN 978-5-4387-0825-4**

© ФГАОУ ВО НИ ТПУ, 2018



TOMSK  
POLYTECHNIC  
UNIVERSITY

# PROBLEMS OF GEOLOGY AND SUBSURFACE DEVELOPMENT

## Part I

*Proceedings of the 22<sup>th</sup> International Scientific Symposium  
of students, postgraduates and young scientists devoted to the  
155<sup>th</sup> anniversary of Academician V.A. Obruchev and 135<sup>th</sup> anniversary  
of Academician M.A. Usov, Founders of Siberian Mining School  
110<sup>th</sup> anniversary of the first graduation of mining engineers in Siberia*

Tomsk 2018

UDC 504(063)

BBC 20.1.10

P78

**P78 Problems of Geology and Subsurface Development:** Proceedings of the 22th International Scientific Symposium of students, Postgraduates and young Scientists devoted to the 155th anniversary of Academician V.A. Obruchev and 135th anniversary of Academician M.A. Usov, Founders of Siberian Mining School 110th anniversary of the first graduation of mining engineers in Siberia. Part I / Tomsk Polytechnic University. – Tomsk : TPU Publishing House, 2018. – 893 p.

Problems of paleontology, stratigraphy, tectonics, historical and regional geology, mineralogy, geochemistry, petrology, lithology, mineral products, hydrogeology, hydrogeochemistry, engineering geology, geophysics, oil geology, hydrocarbon and minerals refining, oil and gas fields development, oil field equipment, well drilling, techniques and technology of oil and gas transportation and storage, mining, exploration technique, geoecology, environmental protection, complex mineral resource usage, land management, mineral economics and mining law were discussed.

Articles autographed by authors.

**UDC 504(063)**

**BBC 20.1.10**

**Editor-in-chief – A.S. Boev, director**

**Executive editor – G.M. Ivanova**

**Panels' executive editors:**

Panel 1 – I.V. Rychkova, Associate Professor, PhD (in Mineralogy)

Panel 2 – I.V. Kucherenko, Professor, Dsc (in Mineralogy)

Panel 3 – V.G. Voroshilov, Professor, Dsc (in Mineralogy)

Panel 4 – N.M. Nedolivko, Associate Professor, PhD (in Mineralogy)

Panel 5 – M M Nemirovich-Danchenko, Professor, Dsc (Physico-Mathematical Sciences)

Panel 6 – L.A. Strokova, Professor, Dsc (in Mineralogy)

Panel 7 – S.L. Shvartzev, Professor, Dsc (in Mineralogy)

Panel 8 – V.K. Popov, Professor, Dsc (in Mineralogy)

Panel 9 – Ye.G. Yazikov, Professor, Dsc (in Mineralogy)

Panel 10 – S.I. Arbuzov, Professor, Dsc (in Mineralogy)

Panel 11 – P.N. Zyatikov, Associate Professor, PhD (in Mineralogy)

Panel 12 – P. A. Strizhak, Dsc (Physico-Mathematical Sciences)

Panel 13 (1) – V.I. Yerofeyev, Professor, Dsc (Physico-Mathematical Sciences)

Panel 13 (2) – Ye.D. Ivanchina, Professor, Dsc (Engineering

Sciences) Panel 14 – V. I. Vereshchagin, Professor, Dsc (Engineering Sciences)

Panel 15 – A.V. Kovalev, Associate Professor, PhD (Engineering Sciences)

Panel 16 – E.N. Pashkov, Associate Professor, PhD (Engineering Sciences)

Panel 17 – P.V. Burkov, Associate Professor, PhD (Engineering Sciences)

Panel 17 (1) – S.N. Harlamov, Professor, Dsc (Physico-Mathematical Sciences)

Panel 18 – G.Yu. Boyarko, Professor, Dsc (Economic Sciences)

Panel 19 – L.M. Bolsunovskaya, Associate Professor, PhD (Philological Sciences)

Panel 19 (1) – Yu. V. Kolbysheva, Associate Professor, PhD (Philological Sciences)

Technical editor – E.Y. Pasechnik, Leading expert of organization department of School of Earth Sciences & Engineering

Technical editor – I.V. Pavlova, expert of organization department of School of Earth Sciences & Engineering

---

## ПРЕДИСЛОВИЕ

2-7 апреля 2018 г. в Национальном исследовательском Томском политехническом университете (ТПУ) на базе Инженерной школы природных ресурсов (ИШПР) состоялся XXII Международный научный симпозиум имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр», посвященный 155 - летию со дня рождения академика В. А. Обручева, 135 - летию со дня рождения академика М. А. Усова, основателей Сибирской горно-геологической школы и 110 – летию первого выпуска горных инженеров в Сибири.

Организация и проведение XXII Международного научного симпозиума «Проблемы геологии и освоения недр» осуществлялась при информационной поддержке Министерства образования и науки РФ (Роснаука) и была поручена Инженерной школе природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета как признание заслуг ИШПР ТПУ, старейшего высшего технического учебного заведения в подготовке геологических кадров и высоких достижений в научных исследованиях. Инженерная школа природных ресурсов (в прошлом ГРФ, НГФ, ИГНД, ИПР), была основана в 1901 г. как горное отделение Томского технологического института В.А. Обручевым – первым штатным геологом Сибири, впоследствии ставшим академиком АН СССР, Героем Социалистического Труда, первым в нашей стране лауреатом Ленинской премии.

Горное отделение ГТИ являлось родоначальником геологического образования и геологической науки в азиатской части России. Созданная В.А. Обручевым и М. А. Усовым Сибирская горно-геологическая школа сыграла и сегодня продолжает играть важную роль в открытии, изучении и освоении минерально-сырьевых ресурсов не только Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока нашей страны, но и Средней Азии.

Среди выпускников Института – целая плеяда выдающихся ученых, инженеров и организаторов производства. Это М.А. Усов – ученик и первый аспирант В.А. Обручева, первый из числа выпускников научной школы (факультета) – профессор и первый из сибиряков – академик, с именем которого связано становление горнодобывающей промышленности Сибири и первенца ее геологической службы – Сибгеолкома; академик К.И. Сатпаев – организатор и первый президент Академии наук Казахстана; профессор Н.Н. Урванцев, первооткрыватель уникального Норильского рудного региона, Заслуженный полярник СССР; профессор М.К. Коровин, первым указавшей на перспективы нефтегазоносности Западной Сибири и многие другие. Из почти 35 тысяч выпускников научной школы (факультета) более 450 стали первооткрывателями месторождений полезных ископаемых, 1 – Лауреатом Нобелевской премии, 50 – Лауреатами Ленинской и Государственной премий, более 260 – докторами и более 1650 – кандидатами наук. Из стен ИШПР вышло 15 академиков и членов-корреспондентов Академии Наук СССР (РАН), 5 Героев Социалистического Труда.

Сегодня Инженерная школа природных ресурсов ТПУ представляет собой крупный учебный (около 2000 студентов) и научный центр в области геологии, поисков, разведки и разработки разнообразных полезных ископаемых, в том числе геологии углеводородного сырья и его переработки, нефтегазодобычи, транспорта и хранения нефти и газа. С момента основания в ИШПР ТПУ успешно осуществлялось единство научно-исследовательской работы по фундаментальным и прикладным наукам – высшего образования и производственной деятельности, создавались и развивались богатые традиции НИРС, бережно сохраняемые и развиваемые и по сей день.

Симпозиум работал одновременно по 19 секциям и 3 подсекциям: 1. Палеонтология, стратиграфия и региональная геология. Геоинформационные системы в науках о Земле; 2. Минералогия, геохимия и петрография; 3. Месторождения полезных ископаемых. Современные технологии и методы поисков и разведки МПИ. Геоинформационные системы в геологии; 4. Геология нефти и газа. Современные методы поисков и разведки углеводородного сырья. Геоинформационные системы в геологии нефти и газа; 5. Геофизические методы исследования Земли, поисков и разведки месторождений полезных ископаемых. Геоинформационные системы в геофизических исследованиях; 6. Гидрогеология и инженерная геология. Геоинформационные системы в гидрогеологических исследованиях; 7. Гидрогеохимия и гидрогеоэкология Земли. Геоинформационные системы в гидрогеоэкологии; 8. Землеустройство: наука и практика; 9. Геоэкология, охрана и защита окружающей среды. Геоинформационные системы в геоэкологии; 10. Геология и разведка руд редких и радиоактивных элементов и стратегических металлов; 11. Современные технологии разработки нефтяных и газовых месторождений; 12. Энергоснабжение и автоматизация объектов нефтегазовой промышленности; 13. Современные технологии подготовки освоения и переработки природных ресурсов: Подсекция 1 – Углеводородное сырье, Подсекция 2 – Химическая технология подготовки и переработки горючих ископаемых; 14. Комплексное использование и переработка минерального сырья; 15. Современные технологии и техника бурения скважин; 16. Горное дело. Разработка рудных и нерудных полезных ископаемых; 17. Современные технологии и техника транспортировки и хранения нефти и газа, Подсекция 1 – Методы математического моделирования процессов транспорта и хранения углеводородного сырья; 18. Экономика минерального и углеводородного сырья. Природоресурсное право; 19. Геология, горное и нефтегазовое дело (доклады на английском и немецком языках), подсекция 1 – Проблемы межъязыковой профессиональной коммуникации в условиях глобализации.

XXII Симпозиум проведен при информационной поддержке Министерства образования и науки. Заявки для участия в симпозиуме подали 1238 студентов и молодых ученых России, ближнего и дальнего зарубежья, которые представили 1118 докладов, из которых 420 докладов заявили иногородние участники.

Участниками из дальнего зарубежья было представлено 34 доклада. Страны СНГ представили 101 доклад. Представителей России подали 1103 докладов, из которых 420 заявили иногородние участники. По

отраслевой принадлежности участники были представлены следующим образом: из вузов – 741, из НАН – 6, из РАН – 73, из отраслевых НИИ – 14, из производственных организаций – 9, школьники – 6.

В период работы симпозиума было заслушано 890 докладов (625 – ТПУ). Иногородние участники выступили с 211 докладами. Статус участников симпозиума, выступивших с докладами, следующий: школьники – 4, студентов – 380, магистрантов – 321, аспирантов и молодых ученых – 185.

География участников симпозиума обширна. Дальнее зарубежье было представлено странами: Алжир, Германия, Вьетнам, Китай, Сербия, Индия, Кот-д'Ивуар, Ирак, Индонезия, Гана, Венесуэла, Монголия. Ближнее зарубежье (страны СНГ) было представлено странами: Республика Беларусь, Республика Казахстан, Украина, Республика Таджикистан, Республика Узбекистан, Азербайджанская Республика, Республика Грузия, Донецкая Народная Республика.

Свои доклады представили участники симпозиума из следующих университетов, академических и отраслевых институтов и производственных организаций: Российского государственного геологоразведочного университета им. Серго Орджоникидзе (г. Москва); Российского государственного университета нефти и газа им. И. М. Губкина (г. Москва); Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова (г. Москва); Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК) (г. Москва); Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН (г. Москва); Федерального научного центра Научно-исследовательского института системных исследований Российской академии наук (г. Москва); Института геоэкологии им. Е.М. Сергеева Российской академии наук (г. Москва); Института нефтехимического синтеза Российской академии наук (г. Москва); Российского химико-технологического университета имени Д. И. Менделеева (г. Москва); Института металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова Российской академии наук (г. Москва); ООО «Газпром геотехнологии» (г. Москва); Национального минерально-сырьевого университета «Горный», (г. Санкт-Петербург); Санкт-Петербургского государственного университета, (г. Санкт-Петербург); Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики, (г. Санкт-Петербург); Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А.П. Карпинского, (г. Санкт-Петербург); Технического института (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова», (г. Норильск); ООО «Ресурс», (г. Новокузнецк); Новосибирского национального исследовательского государственного университета (г. Новосибирск); Новосибирского государственного технического университета (г. Новосибирск); Сибирского государственного университета геосистем и технологий (г. Новосибирск); Института горного дела СО РАН (г. Новосибирск); Института геологии нефти и газа СО РАН (г. Новосибирск); Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН им. А.А. Трофимука (г. Новосибирск); Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН (г. Новосибирск); Института неорганической химии СО РАН (г. Новосибирск); Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета (Сибстрин) (г.Новосибирск); Новосибирского техникума геодезии и картографии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» (г. Новосибирск); Сибирского научно-исследовательского института геологии, геофизики и минерального сырья (г. Новосибирск); Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) имени М.И. Платова» (г. Новочеркасск); Омского государственного технического университета (г. Омск); Пермского государственного национального исследовательского университета (г. Пермь); Южного федерального университета (г. Ростов-на-Дону); Самарского государственного технического университета (г. Самара); Саратовского национального исследовательского государственного университета им. М.Г. Чернышевского (г. Саратов); Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А. (г. Саратов); ГКУ г. Севастополя «Экоцентр» (г. Севастополь, Республика Крым); Северского технологического института НИЯУ МИФИ (г. Северск, Томская обл.); Тюменского индустриального университета (г. Тюмень); Государственного аграрного университета Северного Зауралья» (г.Тюмень); Тюменского государственного нефтегазового университета (г. Тюмень); Тюменского государственного университета (г. Тюмень); Бурятского государственного университета (г. Улан-Удэ); Геологического института СО РАН (г. Улан-Удэ); Приморской государственной сельскохозяйственной академии (г. Уссурийск); Башкирского государственного университета (г. Уфа); Башкирского колледжа архитектуры, строительства и коммунального хозяйства (г. Уфа); Института геологии Уфимского научного центра Российской академии наук (ИГ УНЦ РАН) (г. Уфа); Уфимского государственного нефтяного технического университета (г. Уфа); Ухтинского государственного технического университета (г. Ухта); Дальневосточного государственного университета путей сообщения (г. Хабаровск); Института водных и экологических проблем Дальневосточного отделения Российской академии наук (г. Хабаровск); Тихоокеанского государственного университета (г. Хабаровск); Югорского государственного университета (г. Ханты-Мансийск); Чувашского государственного университета имени И.Н. Ульянова (г. Чебоксары); Южно-Уральского государственного университета (г. Челябинск); Забайкальского государственного университета (г. Чита); Института морской геологии и геофизики ДВО РАН (г. Южно-Сахалинск); Института проблем нефти и газа СО РАН (г. Якутск); Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова Сибирского отделения Российской академии наук (г. Якутск); Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова (г. Якутск); Национального исследовательского Томского политехнического университета (г. Томск), Национального исследовательского Томского государственного университета, Томского государственного архитектурно-строительного университета (г. Томск), Института химии нефти СО РАН (г. Томск); Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (г. Томск); ОАО «ТомскНИПИнефть» (г. Томск); ООО «Газпромнефть НТЦ»(г. Томск); Лицей ТПУ (г. Томск); МБОУ Академический лицей (г. Томск); Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова (г. Магнитогорск); Тувинского института комплексного освоения

---

природных ресурсов Сибирского отделения Российской академии наук (ТувИКОПР СО РАН) ( г. Кызыл); Сибирского федерального университета (г. Красноярск); Кубанского государственного аграрного университета имени И.Т. Трубилина (г. Краснодар); ООО «НК «Роснефть» - НТЦ» (г. Краснодар); Кубанского государственного университета (г. Краснодар), Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева (г. Кемерово); Кемеровского государственного университета (г. Кемерово); Казанского национального исследовательского технологического университета (г. Казань); Казанского федерального университета (г. Казань); Иркутского национального исследовательского технического университета (г. Иркутск), Института Земной коры СО РАН (г. Иркутск), Института геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН (г. Иркутск), АО «Уралэлектромедь» (г. Екатеринбург); Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина (г. Екатеринбург); Уральского государственного колледжа имени И.И. Ползунова (г. Екатеринбург); Уральского государственного горного университета (г. Екатеринбург); Воронежского государственного университета (г. Воронеж); Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственный технологический университет) (г. Владикавказ); Дальневосточного федерального университета (г. Владивосток); Дальневосточного геологического института ДВО РАН (г. Владивосток); Института комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН (г.Биробиджан); Института геодиники и геологии ФГБУН ФИЦКИА РАН (г. Архангельск); Альметьевского государственного нефтяного института (АГНИ) (г. г. Альметьевск); ООО «ХАКАСТИСИЗ» (г. Абакан); Института геологии имени академика Н.П.Юшкина КомиНЦ УрО РАН (г. Сьвтыкар); ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» филиал «ПермНИПИнефть» (г. Пермь); Пермского национального исследовательского политехнического университета (г. Пермь); ООО «Ресурс» (г. Новокузнецк); ООО «РН-КрасноярскНИПИнефть» (г. Красноярск); ООО «Эльгауголь» (г. Перюньри); ПАО «Самаранефтегеофизика» ( г. Самара); Гомельского государственного университета им. Франциско Скорины (г. Гомель, Беларусь); Белорусской государственной сельскохозяйственной академии (г. Горки, Беларусь); Гомельского государственного технического университета им. П.О. Сухого (г. Гомель, Беларусь); Института природопользования НАН Беларуси (г. Минск, Беларусь); Донецкого национального технического университета (г. Донецк, ДНР); «Научно-аналитического центра рационального недропользования им. В.И. Шпильмана» (г. Югра); АК «АЛРОСА» (ПАО), Вилуйской геологоразведочной экспедиции (г. Мирный); Германского центра авиации и космонавтики — национального центра аэрокосмических, энергетических и транспортных исследований (г. Кельн, Германия); Грузинского технического университета (г.Тбилиси, Грузия); Делийского университета, (г. Дели, Индия); Института геологии и геофизики им. Х.М. Абдуллаева (г. Ташкент, Узбекистан); Института минеральных ресурсов» (ГП «ИМР») Республики Узбекистан (г. Ташкент); Института общих и неорганической химии Академии Наук Республики Узбекистан (г. Ташкент); Ташкентского архитектурно-строительного института (г. Ташкент); Ташкентского химико-технологического института (г. Ташкент); Института геологии и геофизики Национальной Академия Наук Азербайджана (г. Баку, Азербайджан); Нахчыванского отделения национальной академии наук Азербайджана Институт природных ресурсов (г. Нахчыван, Азербайджан); Казахского национального исследовательского технического университета имени К.И. Сатпаева (Республика Казахстан, г. Алматы); Карагандинского государственного технического университета (Республика Казахстан, г. Караганда); Рудненского индустриального института (г.Рудный, Республика Казахстан); Национального технического университета Украины «Киевского политехнического института имени Игоря Сикорского (г. Киев, Украина); Сайгонского государственного университета (г. Сайгон, Вьетнам), Китайского геологического университета (г. Ухань), Ханойского университета науки и технологии (г. Ханой, Вьетнам), Института радиационной безопасности и экологии (г. Курчатова, Казахстан), Государственного университета им. Шакарима (г. Семей, Казахстан), Павлодарского государственного университета им. Торайгырова (г. Павлодар, Казахстан), Павлодарского государственного педагогического университета (г. Павлодар, Казахстан); «Научно- технологического центра НИС Нафтагас» (г. Нови Сад, Сербия).

Перед участниками симпозиума на открытии каждой секции выступали ведущие ученые, профессора, которые осветили проблемы и перспективы развития науки в XXI веке по каждому из 19 научных направлений секций. Доклады ученых опубликованы в данном сборнике.

Конкурсные комиссии секций подчеркнули высокий научный уровень докладов участников, часть из которых отличаются новизной и оригинальностью идей. Доложенные результаты лучших научных работ актуальны, отражают исследования, как в области фундаментальных наук, так и имеют важное прикладное значение и, при дальнейшей научной разработке, могут быть представлены в виде диссертаций на соискание ученых степеней. Авторы научных работ продемонстрировали владение современными методами научных исследований. Многие доклады являются частью хоздоговорных НИР, госбюджетных НИР, выполняемых по грантам, научным программам российского, регионального и областного уровней, результаты многих научных работ могут быть использованы на производстве. Результаты исследований по ряду представленных докладов имеют патенты и лицензии. Участники из других ВУЗов и научных организаций отметили высокий организационный уровень проведения симпозиума.

Во время работы XXII Международного симпозиума был проведен конкурс лучших научных докладов. Лауреаты конкурса лучших докладов по всем 19 научным направлениям (секциям) традиционно награждаются дипломами и призами. Всем участникам симпозиума были выданы сертификаты. Награждение проводилось в торжественной обстановке в Международном культурном центре ТПУ, был организован праздничный концерт.

Для участников XXII Международного научного симпозиума им. академика М. А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы Геологии и освоения недр» были организованы экскурсии: в музей истории ТПУ, в музейный комплекс ТПУ, в минералогический и палеонтологический музеи, по городу Томску, в центр подготовки и переподготовки специалистов нефтегазового дела (Heriot-Watt).

В рамках симпозиума также были проведены две выставки:

1. Выставка исторических материалов: «О роли В.А. Обручева и М.А. Усова в становлении геологического образования в Сибири»;
2. Выставка «Научные студенты и молодых ученых ИШПР (ГРФ, ИГНД, ИПР) ТПУ с 1901 по 2018 гг.».

Сборник научных трудов симпозиума зарегистрирован в базе РИНЦ. Материалы и итоги симпозиума размещены на сайте симпозиума: [usovma.tpu.ru](http://usovma.tpu.ru). Сайт симпозиума имеет англоязычную версию.

Уникальность этого симпозиума состоит в том, что он проходил по всем фундаментальным научным направлениям геологического профиля, по методам поисков и разведки всех полезных ископаемых, технологии и техники разведки всех видов полезных ископаемых, их разработки и добычи, в том числе углеводородного сырья, включая геоинформационные системы в геологии, а также по экологическим проблемам и комплексному использованию минерального сырья, по землеустройству, природоресурсному праву и экономике минерального сырья. Участвовали в симпозиуме лучшие студенты и молодые ученые России и стран СНГ, а также представители Дальнего зарубежья. На симпозиуме в докладах освещались достижения научных исследований авторов с использованием новейших методов исследований и оригинальных методов интерпретаций; результаты конструкторских разработок и экспериментальных исследований; достижения с использованием новых компьютерных технологий в геологии, нефтегазодобычи и геоэкологии; аналитические обзоры теоретических и экспериментальных исследований по различным геологическим проблемам и охране окружающей среды.

Тематика докладов охватывает важнейшие проблемы и новейшие достижения стратиграфии, палеонтологии, тектоники, исторической и региональной геологии, минералогии, геохимии, петрографии, литологии, полезных ископаемых, металлогении, гидрогеологии и инженерной геологии, геофизики, нефтяной геологии, разработки нефтяных и газовых месторождений и переработки углеводородного и минерального сырья, геоинформационных систем в геологии, нефтегазопромыслового оборудования, технике и технологии разведки месторождений твердых полезных ископаемых, добычи, транспорта и хранения нефти и газа, бурения скважин, горного дела, геоэкологии, гидрогеоэкологии, охраны и инженерной защиты окружающей среды, комплексного использования минерального сырья, землеустройства, горного и природоресурсного права, а также проблемы экономики минерально-сырьевых комплексов России и стран СНГ. Для участников, делавших доклады на английском и немецком языках, работала специальная секция.

Научный уровень докладов очень высок, некоторые из них отличаются новизной и оригинальностью идей, а ряд исследований представляет собой принципиально новые открытия. Доложенные результаты лучших научных работ молодых ученых чрезвычайно актуальны, отражают исследования как в области фундаментальных наук, так и экспериментальных исследований и имеют важное прикладное значение, и при дальнейшей научной разработке многие из них могут быть представлены в виде диссертаций на соискание ученых степеней, конструкторских разработок.

Авторы научных работ на XXII Международном симпозиуме студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр» 2018 г. демонстрируют владение самыми современными методами научных исследований.

Доложенные материалы нередко несут новые научные идеи, отражают современное состояние российской и мировой науки и имеют большую практическую значимость.

В частности, в области геофизических методов поисков и разведки месторождений полезных ископаемых и исследовании Земли использовались современные геоинформационные технологии с широким применением персональной компьютерной техники, а также новейшая компьютеризированная геофизическая аппаратура, в том числе непосредственно разработанная участниками симпозиума. На секции были предложены разработки программных комплексов для интерпретации спутниковых геофизических данных, а также возможности применения морской гравиметрии при изучении шельфовой зоны, научные разработки по совершенствованию методики геофизических исследований и интерпретации геофизических данных при поисках и разведки рудных и нефтегазовых месторождений как наземными, так и скважинными методами. В ряде работ молодых ученых были использованы также новейшие математические методы (МКЭ) для моделирования электромагнитных полей в обсаженных скважинах, атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно связанной плазмой, метод лазерного микроанализа и т.п. Тематика докладов в этом году весьма обширна. Прежде всего, в докладах рассматриваются результаты фундаментальных исследований – гипотезы об образовании магнитного поля Земли, расчеты напряженно-деформационного состояния земной коры, оценка влияния приливных сил на процессы подготовки землетрясений и др. Особое внимание в этом году авторами уделено задачам математического моделирования физических процессов в различных направлениях геофизических явлений.

Работы прикладного характера можно разделить на пять направлений. Это работы посвященные: разработке новейших методов и технологий петрофизических и в целом геофизических исследований (например, применение беспилотных летающих аппаратов для аэромагнитной съемки); повышению точности расчетов и разработке методик моделирования сейсмических сигналов; применению геотермических методов для выделения перспективных зон нефтегазоносности разрезов в различных районах; применению геофизических методов при решении геоэкологических задач; анализ данных геофизических исследований скважин и оценка перспектив нефтегазовых комплексов по геофизическим данным.

Другую классификацию можно провести, рассматривая математический аппарат, применяемый исследователями, алгоритмы численного решения задач, приёмы построения всего хода компьютерного эксперимента. И здесь есть очень интересные работы.

В рамках развития сырьевой базы углеводородов (УВ) России новыми объектами исследований становятся уникальные арктические регионы Западной и Восточной Сибири и российский шельф. Подобные

---

исследования в таких экстремальных условиях требуют разработку новых технологий и методик поисков, разведки и освоения месторождений.

В этом направлении представляет интерес выступление студентов Крутенко Д.С. и Галиева М.Ф. с темой «Глубинный тепловой поток и нефтегазоносность Ямала» (научные руководители профессор Томского политехнического университета Исаев В.И. и профессор Геологического института РАН М.Д. Хуторской). Авторы сделали попытку изучить закономерности изменения глубинных тепловых потоков, оценить корреляцию аномалий тепловых процессов углеводородных месторождений. Таким образом, это позволило авторам разработать геотермические критерии поиска месторождений нефти в арктических регионах Сибири.

Интерес представляет также доклад главного специалиста Окс Л.С. и ведущего специалиста Шубиной М.Д. (ООО «НК «Роснефть» - НТЦ», г. Краснодар) по теме: «Сопоставление аналитических и статистических подходов к оценке пористости газонасыщенных интервалов на примере ряда месторождений Западно-Кубанского прогиба». Дело в том, что сегодня очень актуальны проблемы разработки старых нефтегазоносных месторождений, по которым продолжается эксплуатационное бурение, однако критерии трудноизвлекаемой нефти слабо изучены. В связи с этим актуальной задачей разработки альтернативных методик оценки пористости и перспективности газонасыщенных пластов. Методики оценки пластов по мнению авторов могут быть: определение статистических поправок для методов пористости, получение статистических зависимостей пористости от других параметров пород; использование систем нелинейных уравнений.

Таким образом, для оценки пористости газонасыщенных пластов в качестве базового можно рекомендовать комплекс ГК-НК-ГГКп, характеризующийся наибольшей стабильностью получаемых результатов и наименьшей чувствительностью к погрешностям исходных данных. Для определения пористости в скважинах с ограниченным объемом ГИС может быть использован комплекс ГК-НК-УЭС и статистические зависимости, что позволит увеличить объем петрофизической информации при построении геологических и гидродинамических моделей месторождений и значительно улучшить качество последних.

И, наконец, ряд интересных работ связанных с исследованием механизмов возникновения землетрясений Земли. Ежегодно службами мониторинга по всему миру фиксируются около двух тысяч землетрясений с магнитудой  $> 5$  баллов по шкале Рихтера. В подавляющем большинстве землетрясения приурочены к зонам соприкосновения литосферных плит. Ученые считают, что причиной землетрясений являются глобальные геологические и тектонические силы, но природа и механизм этих сил до сих пор недостаточно изучены и не совсем ясны. Таким образом, актуальность исследования этих явлений очень важна для человечества с целью определения времени возникновения землетрясений, а значит предотвращения человеческих жертв и разрушений.

В данном направлении интересны доклады аспиранта ТПУ Д.Л. Чубарова "Роль приливных сил, как триггера землетрясений, ранжированных по широтам" (научный руководитель профессор ТПУ М.М. Немирович-Данченко), студента Пермского государственного национального исследовательского университета А.С. Мурыськина (научный руководитель доцент О.Н. Ковин) "Экспресс-оценка регистрационных возможностей сети сейсмологических станций с применением формулы Рихтера"; научного сотрудника Института комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН М.А. Васильевой "Оценка представительности каталогов землетрясений Приамурья за 2003-2011 гг." (научный руководитель профессор А.М. Петрищевский). Интересные также доклады по другим направлениям.

При минералогических, петрографических, литологических и металлогенических исследованиях использовались такие новейшие методы, как атомная абсорбция, нейтронная активация, эмиссионный спектральный анализ, микрозондовый анализ на микроанализаторе, исследование на импульсном оптическом спектрометре, получение ИК-спектров поглощения стекол в коротковолновой области, рентгеноструктурные исследования типохимизма минералов, рентгено-фазовый метод, комплексный дифференцированно-термический, инфракрасная спектроскопия, катодо-люминесцентная спектрометрия, атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой, инструментальный нейронно-активационный анализ, метод лазерного микроанализа, моделирование минералообразования по методикам М.Б. Букаты, изотропно-геохимические исследования, изучения обогатимости кварцитов посредством аэромеханической очистки с ультразвуковым воздействием, исследования на основе лазерной томографии, электронный, кристаллооптический, фотолюминесцентный анализы, метод осколочной f-радиографии, оригинальные методики расчета количества керогена типа-II по результатам ядерно-геохимической аналитики пород, методики выявления зон флюидомиграции с использованием литогеохимических и петрографических анализов пород, с использованием ГИС-технологий, методов физико-химического моделирования с использованием программного продукта «HydroGeo», сканирующие электронные микроскопы, микроанализаторы, методы изучения кристаллохимии минералов и хромофоров элементов в минералах с помощью метода адсорбционной оптической спектроскопии, ИК-спектроскопии, рентгенофлуоресцентный анализ, методы изучения минерального состава отдельных отходов с целью прогноза возможности их использования в целях переработки на извлечение минералов платиновой группы, метод криометрии для изучения солевого состава растворов газово-жидких включений, Ag-метод для определения абсолютного возраста отложений и метод электронного парамагнитного резонанса для оценки структурной упорядоченности минералов, микротермометрический метод с использованием микрокриотермостоллика THMSG-600 (Linkam) для исследований флюидных включений, метод натяжного сплайна в программном пакете ArcGis, геомикробиологические методы с дистанционными, структурно-геоморфологическими, структурно-гидрогеологическими методами, показана возможность использования инфракрасных спектров топаза для прогнозных целей, трехмерное моделирование, методы многомерной статистики, дешифрование космо- и аэрофотоснимков и др. При геохимических исследованиях широко применялись уникальные возможности исследовательского ядерного реактора Томского политехнического

университета. В представленных докладах отражены новые методики оценки экологического состояния территорий и отражена возможность применения биогеохимии для оценки уровня техногенного загрязнения. Представлены новые данные по содержанию и закономерностям распределения химических элементов в базальтоидах, по которым была расшифрована геохимическая специализация и обстановки формирования пород, что позволяет применять эти данные при прогнозировании и поисках месторождений полезных ископаемых. В другой части докладов приведены технологии компьютерного моделирования месторождений урана и рудных тел. Впервые была предложена методика разделения существенно радиевых и существенно урановых ореолов внутри одного рудного тела. Все вышеизложенное позволяет грамотно разрабатывать рекомендации по постановке поисково-прогнозных работ и рационально использовать природные ресурсы. Авторами разработаны новые методики оценки перспективных рудных полей на обнаружение месторождений урана, золота, железа, а также кварцевого сырья. Следует отметить, что при решении минералогических, петрографических и геохимических задач наряду с уже традиционными методами отмечается широкое использование новейших методик. Атомно-абсорбционный метод, позволяющий определить около 70 химических элементов. Рентген-флуоресцентный метод, применяемый для исследования химического состава минералов. Сканирующая электронная микроскопия, позволяющая получить изображение поверхности исследуемого объекта с разрешением около 30 нанометров, а также количественный и химический состав исследуемого вещества. Широко используются поляризационные микроскопы с подключенной термокамерой, которые позволяют определить основные характеристики флюидных включений и генетические условия образования минералов. Актуальность заключается в решении научных и практических проблем в области минералогии и геохимии. В представленных докладах получены новые данные по химическому составу гранатов, биотитов, турмалинов из гранитов и пегматитов. В некоторых докладах представлены новые данные по особенностям петрографического состава различных массивов интрузивных пород. В другой части докладов освещены термобарогеохимические условия образования месторождений. Достоверность всех полученных результатов подтверждается значимым количеством проанализированных проб с применением современных методов анализа. В докладах представлены новые данные по геохимии и петрографии ультрамафитов Западного Саяна. В этом направлении интересен доклад студента ТГУ Куликова Е.М. "Петрографические особенности мафит-ультрамафитов массивов Ватынской площади (Св Корякии)". Рассмотрены актуальные вопросы минералогических особенностей грунтов земельного полотна автомобильных дорог Западной Сибири, представлены исследования типоморфных особенностей циркона гранитоидов Рудного Алтая, приведена оценка редкоземельного оруденения восточных областей Памира, рассмотрены особенности химизма пиропов Архангельской и Якутской алмазоносных провинций. В представленных докладах получены новые данные об особенностях происхождения алмазов России и Канады, охарактеризованы минералы - спутники алмазоносного парагенезиса. Среди докладов по этому направлению интерес представляют следующие работы: ведущего инженера Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН Ивановой О.А. "Особенности происхождения алмазов из кимберлитов Снэп Лейк (Кратон Слейв, Канада) на основе изучения их морфологии и дефектно-примесного состава азота" (научный руководитель главный научный сотрудник, академик Н.П. Похиленко); студента ТПУ Шевченко Е.А. "Минералы-спутники как индикаторы алмазоносности кимберлитовых трубок" (научный руководитель доцент Синкина Е.А.) и магистранта Новосибирского национального исследовательского государственного университета Скомороховой А.В. "Неоднородность алмазообразующей среды в пределах Алаakit-Мархинского кимберлитового поля" (научный руководитель старший научный сотрудник Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН А.М. Логвинова) и другие. Представлены новые данные нефтеносных песчаных пород месторождений Западно-Сибирского бассейна. Отдельно стоит отметить работы по экспериментальным исследованиям процессов кристаллизации с применением методов физико-химического моделирования. Среди докладов по данному направлению интерес представляют такие доклады, как "Экспериментальное исследование процессов кристаллизации двойных нитратов" магистранта Новосибирского национального исследовательского государственного университета Коржневой К. Е. (научный руководитель ведущий научный сотрудник Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН Исаенко Л.И.); "Новые подходы при изучении распределения валентных форм ртути в гетерофазных флюидах" научного сотрудника Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова Фяйзуллиной Р.В.; "Метод расчета термодинамических свойств иллитов и монтмориллонитов методом физико-химического моделирования" аспиранта Института геохимии СО РАН Ощепковой О.В. (научный руководитель старший научный сотрудник В.А. Бычинский) и ряд других интересных работ.

Доклады, представленные на симпозиуме по направлению гидрогеохимии и гидрогеоэкологии Земли и водных ресурсов, отличались достаточно высоким научным уровнем. В основу большинства докладов были положены данные собственных исследований авторов по научным темам, актуальность которых была несомненна. В основу большинства докладов были положены данные собственных исследований авторов по научным темам, актуальность которых была несомненна. В докладах рассматривались научные и практические проблемы формирования химического состава, геохимия поверхностных, подземных и термальных вод, формы миграции химических, в т.ч. редкоземельных элементов и техногенных радионуклидов подземных вод, геоэкологическое состояние поверхностных и подземных объектов различных районов России, Молдовы, Вьетнама и Китая, характерные областям гидрогеохимии и гидрогеоэкологии.

Новые научные идеи в геологии и гидрогеохимии отразил в своем докладе Заслуженный деятель науки СССР, Лауреат государственной премии СССР, руководитель Сибирской научной гидрогеохимической школы профессор ТПУ [С.Л. Шварцев](#) "Вода – важнейший компонент эволюции окружающего мира". Эти идеи развили и его ученики в своих работах на данной секции. Всем известно, что жизнь без воды невозможна. В то же время мы до сих пор не знаем, как вода ту жизнь создает. В современных гипотезах о происхождении жизни на Земле,

---

вода либо совсем не упоминается, либо механизмы, которыми она создает жизнь не раскрываются. Еще сложнее дело обстоит с компонентами окружающего мира: растения, почвы, продукты выветривания, ландшафты, вторичные минералы, болото, озеро, река, подземная вода, да и самим человеком. Все эти компоненты непрерывно взаимодействуют между собой. В результате этого одни соединения разрушаются, другие формируются, одни уносятся за пределы зоны действия, другие, наоборот, приносятся из соседних зон, третьи видоизменяются, превращаясь в принципиально новые. Но при этом важно, что идет непрерывный процесс преобразования любого вещества, начиная от горной породы и воды и кончая живой клеткой и человеком. И не просто преобразование, а непрерывное усложнение всего окружающего мира, каждого его компонента, соединения, объекта, субъекта. Это до конца неосознанное наукой преобразование окружающего мира называется эволюция. Тем самым поставлена точка в признании наличия грандиозной эволюции на нашей планете. Теперь уже никто не сомневается, что наш окружающий мир постоянно эволюционирует не от сложного к простому, как раньше думали многие, а от простого к все более сложному.

Но что движет эту эволюцию? Увы, никто не знает, хотя наука изучает эту проблему более 200 лет. С.Л. Шварцев пытался объяснить, что движущей силой эволюции выступает вода, точнее энергия ее молекулярных связей. Он установил, что система вода-порода всегда является равновесно-неравновесной: вода неравновесна с минералами магматических пород, которые она растворяет, но одновременно всегда равновесна с вторичными минералами, которые она формирует. Система вода-порода способна к самопроизвольному непрерывному, геологически длительному развитию с образованием принципиально новых минеральных фаз и геохимических типов воды. Эта система развивается постоянно. Более того, в своих работах он установил, что вода не только растворяет породу, но и тут же формирует новые соединения, включая и те, которых на планете не было. В этом суть созидательной деятельности воды.

Следовательно, с появлением воды на Земле в неживой природе началась строго направленная абиогенная эволюция, которая, в конечном счете, привела к созданию земной коры, тысяч новых твердых минералов, новых типов горных пород и формаций, новых геохимических типов воды. Так шло формирование окружающей нас среды, нового мира, отличающегося всё большей сложностью на каждом последующем этапе своего развития. Принципиально важно, что все минеральные соединения этого возникающего мира зародились в водном растворе в соответствии с законами термодинамики. Но поскольку вода пронизывает все геологические и биологические образования, граница живого с неживым не может очерчиваться столь резко, как это делалось до сих пор. Также нельзя согласиться с представлением об эволюции как случайном и уникальном событии, поскольку созидательна сила эволюции – фундаментальное и неотъемлемое свойство водных растворов, проявляющееся всегда и везде. В природе нет сил, которые могли бы лишить воду способности растворять уже имеющиеся в окружающей среде соединения и формировать принципиально новые, а значит, нельзя остановить грандиозный поступательный процесс преобразования мира, начавшийся на Земле с появлением воды. Вода создает все царства: минеральное, растительное, животное и человека. Ничего другого на нашей планете нет.

Многие доклады были посвящены оценке экологического состояния водных объектов в различных условиях антропогенной нагрузки. Интересны были доклады, рассматривающие условия формирования химического состава и гидрологического режима водных объектов различных ландшафтов, а также территорий разной степени преобразованности за счет антропогенного воздействия. Наиболее интересными являются темы исследований: аспиранта ТПУ Зиппы Е.В. "Изотопный состав термальных вод провинции Цзянси (Китай)" (научный руководитель д.г.-м.н., профессор Шварцев С.Л.); магистранта ТПУ Чан Тхи Хьонг "Оценка качества питьевой воды и риска развития неканцерогенных эффектов при ее потреблении (на примере подземных вод прибрежной зоны провинции Нгеан (центральный Вьетнам))" (научный руководитель доцент ТПУ Гусева Н.В.). Интересные работы магистранта ТПУ Ворожейкиной Е.А. "Поведение фтора в термальных водах на примере природного комплекса Тарыс (Тува, Россия)" (научный руководитель доцент ТПУ Гусева Н.В.); магистранта ТПУ Дребот В.В. "Химический состав подземных вод района Торейских озёр (Забайкальский край, Россия)" (научный руководитель д.г.-м.н., профессор Шварцев С.Л.); магистранта Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова "Гидрогеологические условия накопления редкоземельных элементов в минеральных водах Кавказа" (научный руководитель профессор МГУ Харитонов Н. А.), а также студента Российского государственного геологоразведочного университета им. С. Орджоникидзе Черкинской М.А. "Влияние химического состава подземных вод на процесс образования малахита (на примере зоны гипергенеза сульфидных месторождений)" (научный руководитель доцент Белов К.В.); доклад студента ТПУ Жаворонко В. С. "Влияние очистных сооружений города Талдыкорган на химический состав реки Каратал (Казахстан, г. Талдыкорган)" (научный руководитель профессор ТПУ Савичев О.Г.). Интерес представляют и многие другие доклады. Достоверность всех полученных результатов подтверждается значимым количеством проанализированных проб с применением современных методов анализа. В докладах представлены результаты собственных исследований, полученных в ходе экспедиций, учебных и производственных практик.

Научный и практический интерес представляют материалы по направлению «Гидрогеология и инженерная геология. Геоинформационные системы в гидрогеологических исследованиях». Они посвящены актуальным проблемам экологизации и территориальному планированию водопользования, природообустройства и землеустройства. В настоящее время возрастают объемы и виды гидрогеологических и инженерно-геологических изысканий, исходя из ландшафтно-климатических условий и развития отраслей экономики России, на территориях с распространением многолетнемерзлых пород (ММП). Особое внимание было уделено проблемам водопользования (доклад магистранта ТПУ А.В. Кармановой), также, формируется повышенный интерес к экологическим аспектам взаимодействия человека с геологической средой, как городской (доклад старшего преподавателя Санкт-Петербургского государственного университета Филина Р.А.), так и

промышленной (ассистента ТПУ Гридасова А.Г.; аспиранта ТПУ Пургиной Д.В.). Абсолютное большинство гидрогеологических задач молодые ученые предпочитают решать методами численного моделирования. Не угасает интерес к исследованиям опасных инженерно-геологических процессов (доклад аспиранта ТПУ Дмитриевой С.А.; доклад соискателя ТПУ Надеждиной Ю.Ю.). На сегодняшний день наибольший научно-практический интерес представляют результаты исследований, связанные с гидрогеодинамическими и геоэкологическими проблемами освоения месторождений полезных ископаемых. Так студент ТПУ А.Д. Еркинбеков своей работе исследует динамику водопритоков в подземные горные выработки рудных полей. Впервые в этом году авторы доложили о результатах экспериментальных исследований по данному направлению. Так магистрант ТПУ Зайцева Ю.Л. в своей работе предлагает современную методику обоснования зон санитарной охраны водозабора, в то же время студент Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета представил результаты петрографического анализа и экспериментальных исследований анизотропных лессовидных грунтов, Е.С. Василенко рассказала о методах исследования состава органических и органоминеральных грунтов при инженерно-геологических изысканиях (на примере грунтов г. Томска), а студент Российского государственного геологоразведочного университета им. С. Орджоникидзе М.А. Черкинская М.А. обнаружила проявления карстовых процессов на реке Рагуша в бокситогорском районе Ленинградской области. Доклады, представленные по данному направлению, отличались достаточно высоким научным уровнем. В основу большинства докладов были положены данные собственных исследований авторов по научным темам, актуальность которых была несомненна.

При исследованиях в области геологии, поиска и разведки нефтяных и газовых месторождений широко использовались методы компьютерного моделирования геологического строения и процессов разработки нефтяных месторождений с помощью программы Eclipse Шлюмберге и других современных программных средств (для построения трехмерной модели месторождений, для оценки запасов нефти, для установления положения водонефтяного контакта, для статистического анализа данных и т.д.), в том числе новейшее программное обеспечение CENEX, W-Seis, GeoSeism, SURFER и GridMaster, позволяющие реконструировать тектоническое строение малоизученных территорий, также использовались космоснимки при прогнозировании ловушек нефти структурного типа. При изучении химического состава нефти и органического вещества нефтематеринских пород использованы хроматография и хромато-масс-спектрометрия, атомно-адсорбционный анализ, газовая хроматография, рентгеноструктурный анализ, электронная микроскопия, люминесцентная микроскопия, ртутная порометрия, изотопные методы исследований и др. В исследованиях молодых ученых и студентов широко используются информационные технологии и статистические модели поведения коллекторов нефтяных и газовых месторождений, термобарический и геохимический методы реконструкции палеогидрогеохимических условий развития осадочных отложений, методы термостимулированной люминесценции грунтов при поисках месторождений нефти и газа, компьютерное моделирование залежей углеводородов с использованием трехмерных моделей, зарубежные и отечественные программные комплексы по моделированию истории формирования современных структур и прогноза нефтегазоносности месторождений углеводородов, способов применения гидроразрыва пласта и трассерные исследования. В представленных молодыми учеными и студентами докладах рассмотрены вопросы геологического строения и нефтегазоносности Западно-Сибирской, Днепрово-Припятской, Прикаспийской, Волго-Уральской, акватории северных морей и других нефтегазоносных провинций. Авторами проведена оценка перспектив нефтегазоносности новых территорий – востока Томской области, акваторий северных морей, в том числе Арктического шельфа (Баренцева моря, Карского моря и моря Лаптевых) и глубокопогруженных горизонтов Западной Сибири. Актуальность докладов, выполненных на данной секции соответствует уровню и заключается в решении задач научных и практических проблем в области геологии нефти и газа. Доклады освещают следующие направления: 1) поиски и разведка залежей нефти и газа; 2) геологическое строение отдельных месторождений и нефтегазоносных районов; 3) литологические особенности, расчленение и корреляция нефтегазовмещающих толщ, закономерности размещения в них залежей углеводородов; 4) геохимия нефти и газа: геохимические особенности рассеянного органического вещества и нефтей; 5) геохимические преобразования органического материала в стадийном литогенезе; 6) геохимические методы поисков залежей нефти и газа; 7) литолого-фациальный анализ; 8) реконструкция палеогеографических и фациальных условий нефтегазовмещающих и нефтегазоматеринских отложений; 9) изучение свойств пород-коллекторов и флюидоупоров: петрографического состава, петрофизических и фильтрационно-емкостных свойств; 10) прогнозирование пород-коллекторов на территории нефтегазоносных площадей и месторождений нефти и газа; 11) анализ эффективности геологоразведочных работ; 12) применения и способов проведения гидроразрыва пласта и трассерные исследования; 13) оценка нефтегазового потенциала и масштабов генерации углеводородов; 14) критерии прогноза и перспектив нефтегазоносности отдельных толщ, территорий и регионов; 15) геологическое моделирование месторождений нефти и газа; 16) подсчет запасов нефти и газа на выделенных и изученных месторождениях.

В представленных докладах отражены результаты самостоятельных авторских исследований, полученные в результате обобщения фактического материала, аналитических исследований с применением традиционных (петрографический анализ, литолого-фациальный анализ по керну и электрометрии скважин, гранулометрический анализ, химические, химико-битуминологические, петрофизические, геофизические исследования), так и с применением специальных аналитических исследований, таких как пиролитический метод, люминесцентные методы и др.) и методов математической статистики. Достоверность всех полученных результатов подтверждается значимым количеством проанализированных проб с применением современных методов анализа с использованием новейшего оборудования.

---

Лучшими докладами признаны: доклад магистранта Новосибирского государственного университета Солмина А.Е. "Сравнительная сейсмогеологическая характеристика осадочного комплекса Ямальской и Гыданской нефтегазоносных областей по данным интерпретации региональных сейсмических профилей МОГТ" (научный руководитель научный сотрудник Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сурикова Е.С.); доклад магистранта Новосибирского государственного университета Мельника Д.С. "Оценка генерационного потенциала пород Хатыспытской свиты венда на северо-востоке Сибирской платформы" (научный руководитель старший научный сотрудник Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Парфенова Т.М.); доклад магистранта Новосибирского государственного университета Маринова Р. В. "Литология и коллектора карбонатных горизонтов венда центральной части Непско-Ботуобинской антеклизы" (научный руководитель старший научный сотрудник, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Варакина И.В.); доклад младшего научного сотрудника Института нефтегазовой геологии и геофизики им. Трофимука СО РАН Локтионовой О.А. "Моделирование процессов генерации углеводородов в нижне-среднеюрских отложениях Усть-Тымской мегавпадины"; доклад магистранта Пермского национального исследовательского политехнического университета Лигиньковой Я.С. "Уточнение геологического строения Малиновской и Бобриковской залежей Шершневого месторождения с использованием результатов ГИС" (научный руководитель профессор Галкин В.И.); доклад студента Самарского государственного технического университета Сундуковой М. С. "Выделение нефтесодержащих пластов в сильноглинистом разрезе" (научный руководитель доцент Чемоданов В.Е.); доклад студента Казанского федерального университета Хабибуллиной Н. И. "Глинистая компонента терригенных пород и ее влияние на их коллекторские свойства" (научный руководитель профессор Морозов В.П.); доклад магистранта Томского политехнического университета Исмаевой Л. "Анализ выработки запасов нефти из горизонта Ю1 на примере месторождения Каракудук (Казахстан)" (научный руководитель доцент Ильина Г. Ф.) и многие другие доклады.

В 2018 году симпозиум посвящен 155 - летию со дня рождения академика В. А. Обручева, 135 - летию со дня рождения академика М. А. Усова, основателей Сибирской горно-геологической школы и 110 – летию первого выпуска горных инженеров в Сибири. На открытии симпозиума были заслушаны доклады, посвященные выдающему академику с мировым именем В.А. Обручеву, который является основателем горно-геологического образования в Сибири и основателем Сибирской научной геологической школы. Сибирская горно-геологическая школа играла и сегодня играет определяющую роль в открытии о освоении минерально-сырьевых ресурсов не только Сибири и Дальнего Востока, но и Средней Азии. Именно он создал в 1901 году в Томске горно-геологическое отделение в Томском инженерно-технологическом институте (ТТИ). И первой кафедрой которую он создал была кафедра геологии, палеонтологии и исторической геологии. В.А. Обручев – это первый штатный геолог Сибири, впоследствии ставший академиком (АН СССР 1929 г.), Героем социалистического труда (1945 г.), первым в нашей стране Лауреатом ленинской премии (1926 г.) и дважды Лауреатом Государственной премии (1941, 1950 гг.). Он создал и вырастил целую плеяду выдающихся учеников-ученых, педагогов и геологов. И прежде всего академика М.А. Усова, который продолжил дело своего учителя. Под руководством Усова М.А. Сибирская горно-геологическая школа и высшая школа страны (ГТИ) превратились в мощный учебный и научно-производственный комплекс, успешно решающий вопросы подготовки научных и производственных кадров и успешному развитию минерально-сырьевой базы Сибири. С его именем связано становление Кузбасса, строительство гиганта – кузнецкого металлургического комбината и всей горнодобывающей промышленности Сибири и Казахстана. Именно с этими выдающимися связано рождение геологической школы, нашего института и наша задача не уронить их память, продолжить их традиции и дать импульс дальнейшему развитию их блестящих начинаний.

По научному направлению региональной геологии, палеонтологии и стратиграфии авторами по данному направлению были продемонстрированы новейшие компьютерные технологии и, в частности, ГИС-технологии, в том числе новейшие программы, позволяющие обрабатывать аэрофото- и космоснимки с последующим прогнозом. При исследованиях использованы кластерный метод, палеонтологические, математические, а также классические методы исследований, методы электронно-парамагнитного резонанса (ЭПР), нейтронно-активационный анализ, метод люминесцентной микроскопии для изучения органического вещества, анализ аэрофотоснимков и космоснимков. В палеонтологических исследованиях было показано применение универсального принципа симметрии Пьера-Кюри для характеристики форм и условий обитания отряда фузулинид и т.д. В работах использованы новейшие методы исследования веществ пород на современной инструментальной базе СО РАН и Мюнстерского университета, определения абсолютного возраста пород, палеонтологических реконструкций при прогнозировании месторождений и т.д. В связи с тем, что многие озера находятся под угрозой исчезновения и глобального климатического изменения, а целые народы испытывают засуху, современные исследования озер сегодня весьма актуальны.

С интересной научной работой выступила студент ТГУ Е.А. Осипова "Значение некоторых представителей порядка *Czekanowskiales* для расчленения среднеюрских отложений Нюрольской впадины (Западная Сибирь)" (научный руководитель доцент ТПУ Рычкова И.В.). Авторами установлено, что стратиграфические диапазоны видов рода *Czekanowskiales* дают возможность датировать флору как бат-келловей – оксфорд. Данный род имеет широкий стратиграфический диапазон и встречается как в томском, так и в наукаском фитогоризонтах Западной Сибири. Виды изученных авторами растений, имеющие узкий стратиграфический диапазон, позволяют использовать их для стратиграфического расчленения и проводить межплощадную корреляцию нефтегазоносных отложений.

Интересны работы студента Башкирского государственного университета Сагдеевой Н.С. "Тектоническое строение Исянгуловской площади" (научный руководитель доцент Н.Н. Ларионов), студентов Югорского государственного университета Мизиной Н.В. и Хайруллина К.А. "Результаты геоморфологического

картирования Западной части Самаровской горы (г. Ханты-Мансийск)" (научный руководитель доцент К.Ю. Кудрин). С интересным докладом также выступили студенты Томского государственного университета Ю.Ю. Бражников "Предварительные результаты палеонтолого-стратиграфических исследований четвертичных отложений Таштыпской площади (Хакасия)" (научный руководитель доцент С.А. Родыгин), Е.А. Постольник и А.О. Фролов "Стратиграфия и палеогеография среднеюрских местонахождений флоры и фауны (Тисульский район Кемеровской области и Шарыповский район Красноярского края)" (научный руководитель доцент С.В. Иванцов), студента ТПУ Назаровой А.М. "Литолого-фациальная характеристика среднедевонских отложений рифогенных массивов юго-востока Западной Сибири и оценка их нефтегазоносности" (научный руководитель доцент Рычкова И.В.).

Интересны и другие доклады. Уникальные исследования работ с остатками крупных млекопитающих регулярно проводятся в Северной Якутии. В многолетней мерзлоте Якутии сохраняются не только скелеты и кости млекопитающих ледникового периода, но и их замороженные трупы, представляющие особую научную и музейную ценность, где находки ведутся уже десятки лет. Найдены впервые в мире ископаемые псовые плейстоценового возраста с сохранившимися тканями, внутренними органами и, возможно, одной из первых одомашненных собак в Сибирской Арктике. Результаты проведенных комплексных исследований являются несомненным вкладом в мировую палеонтологическую науку. Студенты ТГУ и других вузов Сибири выполнили ряд интересных докладов посвященных новым палеонтологическим находкам Сибири. В докладах представлены новые находки и тафономия таких животных как мамонт, шерстистый носорог, бизон, лошадь, олень, лось и др.

В секции «Землеустройство. Наука и практика» доклады выполнены студентами и молодыми учеными на высоком современном уровне. Актуальность их состоит в решении научных и практических проблем в области землеустройства, геодезии, картографии, геоэкологии, рационального использования и охраны земельных ресурсов. Представленные доклады имеют несомненную научную новизну. Они отражают результаты оценки состояния земельных ресурсов на основе изучения природных сред и предложены рекомендации по природоохранным мероприятиям. Значительная часть докладов посвящена проведению землеустроительных работ в пределах урбанизированных территорий, в районах добычи полезных ископаемых, при создании особых экономических зон развития туризма. Часть докладов посвящена становлению земельно-имущественных отношений и их значению при ведении землеустроительных работ. Достоверность полученных результатов основана на использовании информации, представленной государственными структурами и на применении современных методов анализа, современного оборудования и методов математической обработки.

В представленных докладах отражены основные правовые вопросы земельно-имущественных отношений, обоснования градостроительных решений, возможность использования геоинформационных систем для анализа, прогнозирования и планирования территорий, вопросы, связанные с кадастровым учетом земель и кадастровой оценкой объектов недвижимости.

В рамках работы секции впервые был организован круглый стол «Интеграция, партнерство и инновации в землеустроительной науке и образовании» с участием директора «Федеральной кадастровой палаты Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии» Файта Виталия Константиновича, директора ООО «Ваш партнер» Перемитина Игоря Сергеевича и других представителей производства. Основной задачей круглого стола являлось обсуждение современных тенденций развития земельно-имущественных отношений и вопросы связанные с реализацией ФЗ № 218 «О государственной регистрации недвижимости». Для этого были рассмотрены и обсуждены в разрезе «настоящее состояние – вероятное будущее – желаемое будущее» следующие вопросы:

- практика установления границ населенных пунктов, территориальных зон и зон с особыми условиями использования территорий;
- практика разработки проектов планировки и межевания территории;
- проблемы развития дорожно-транспортной инфраструктуры;
- виды недвижимого имущества, подлежащего кадастровому учету;
- нарушения требований земельного законодательства;
- проблемы предоставления земельных участков из государственной и муниципальной собственности.

На секции «Землеустройство. Наука и практика» традиционно отмечается активное участие различных вузов России и других стран, представленных из 11 городов 4 стран: Ирака (Иракский университет); Казахстана (Казахский Национальный аграрный университет (г. Алматы); Беларуси (Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси (г. Минск) и Белорусская государственная сельскохозяйственная академия (г. Горки)). Представленные доклады выявили общие проблемы в землеустройстве России, стран Европы, Америки и Азии. Отчетливо проявилась международная тенденция к рациональному использованию земельных ресурсов, особенно отличающихся высоким плодородием.

Безусловный интерес представляют работы: студента Тюменского индустриального университета Пайвиной Д. Д. «Организация туристско-рекреационного землепользования на основе исследования потенциально-пригодных территорий Нефтеюганского муниципального района» (научный руководитель доцент Подковырова М.А); магистранта ТПУ Файта А. В. «Анализ особенностей и результатов поиска площадок для размещения сооружений связи» (научный руководитель старший преподаватель Козина М.В.); магистранта ТПУ Гатиной Н. В. «Роль инженерных изысканий при разработке проектов планировки и межевания территории» (научный руководитель старший преподаватель Козина М.В.); студента ТПУ Шинковской А.Н. «Нарушение градостроительных регламентов на примере строительства асфальтового завода в с. Зоркальцево»; магистрантов ТПУ Бедрицкого Р. В., Тиспирекова Р. П. «Проблемы землеустройства в зонах проявления неопериодических

---

быстропротекающих процессов»; магистранта ТПУ Макарцовой Е. С. «Экологические риски эксплуатации снежных отвалов». Интересны и многие другие доклады.

Основная часть представленных на секции докладов характеризовалась анализом правовых аспектов землеустройства на местных материалах, вопросами трансформации землепользований, территориального планирования и прогнозирования, а также – землеустройства загрязненных территорий.

Доклады, представленные на секцию «Геология и разведка руд редких и радиоактивных элементов, стратегических металлов» полностью отвечают научному направлению и тематике секции. Актуальность докладов, выполненных на высоком научном современном уровне, не вызывает сомнений и заключается в решении научных и практических проблем в области геологии, геохимии, радиогеохимии, поисков и разведке руд редких и радиоактивных элементов, стратегических металлов. В частности, интересны исследования ртути, доложенные в ряде докладов на секции.

Ртуть – это химический элемент, который находится в конце периодической системы (№80), кларк его в каменных углях 0,1 г/т [2]. Ртуть технофильна, присутствует во всех компонентах окружающей среды, имеет множество форм нахождения, что сильно затрудняет ее изучение. Металл является супертоксицидным даже в очень низких концентрациях. Высокая подвижность ртути в окружающей среде определяется ее физическими и химическими особенностями, большим количеством форм нахождения и их взаимопереходами при изменении Ph и Eh среды. В работе студента ТПУ Еремеевой В.В. «Ртуть в углях Бейского месторождения Минусинского каменноугольного бассейна». Распределение ртути в угленосных отложениях Бейского месторождения Минусинского каменноугольного бассейна крайне неравномерно. Величина среднего содержания ртути по пластам варьирует от 28,5 мг/т (пласт 16) до 131 мг/т (пласт 19б), тогда как среднее для месторождения составляет 59,1 мг/т. В разрезе пластов распределение ртути еще более неравномерно. В большинстве случаев отчетливо видна приуроченность высоких содержаний ртути к прикровельным и припочвенным его участкам. Также ртутью обогащены тонштейны, которые представляют из себя вулканогенные пирокластические горизонты в угольных пластах, преобразованные в условиях торфяной залежи в каолиновые прослойки относительно небольшой мощности. Содержание ртути в тонштейнах и притонштейнных горизонтах в углях может достигать аномальных значений по сравнению с другими участками пласта.

В настоящее время атомная абсорбционная спектрометрия является основным методом определения форм нахождения ртути в угле. Изучение форм нахождения ртути в углях важно для лучшего понимания ее геохимии, в частности ее миграции и природы накопления в угле.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Среднее содержание ртути в угольных пластах составляет 59,1 мг/т, что в 2 раза ниже кларка для каменных углей.

2. Ртуть в углях Бейского месторождения Минусинского каменноугольного бассейна имеет весьма неравномерный характер распределения. В угольных пачках ртутью в основном обогащены тонштейны и уголь в зоне контакта с ними.

3. Изучение форм нахождения ртути в угле Бейского месторождения методом термодесорбции позволило предположить наличие двух форм нахождения ртути, а именно сорбционную и минеральную.

4. Интересны также такие доклады как: студента ТПУ Сафина Р. И. «Структурные условия и механизм формирования золото - кварцевых жил Мало-Тырынского рудного поля (Республика Саха) и возможности их обнаружения радиогеохимическими методами» (научный руководитель доцент В.А. Домаренко), магистранта ТПУ Абраева Д. Е. «Геолого-структурная позиция и минералого-геохимическая зональность Малеевского рудного узла (Республика Казахстан)» (научный руководитель профессор Рихванов Л.П.), студента ТПУ Сосниной Н. А. «Геохимия элементов-примесей в углях Сахалинского бассейна» (научный руководитель профессор Арбузов С.И.). Интересны доклады сотрудников Института минеральных ресурсов (ИМР) Республики Узбекистан Р.Р. Рустамжонова «Модель рудно-магматической системы (РМС) уран-редкометалльного месторождения Чаркасар-1» и А. Т. Холиёрова «Позиции размещения и особенности скарнового оловянно – вольфрамового оруденения Сукарской площади (Южный Узбекистан)». Достоверность всех полученных результатов подтверждается значимым количеством проанализированных проб с применением современных методов анализа с использованием новейшего оборудования.

В области проблем разработки нефтяных и газовых месторождений использованы методы повышения эффективности работ. В частности, использованы новейшие современные информационные технологии, вычислительные алгоритмы, математические модели и программные средства для трехмерного гидродинамического моделирования разработки нефтяных месторождений ECLIPSE 100, GeoQuest, Petrel, Temp Test, MS Office, Pipe-Sim; математические модели для описания процесса теплообмена в скважине между трехфазным флюидом и погружным оборудованием. Авторами применен новый метод обезвоживания нефти, основанный на использовании электрического поля в технологических установках подготовки нефти, а также оригинальный способ решения проблем замерзания перепускных клапанов при механизированных способах эксплуатации нефтяных скважин. Использован оригинальный способ и технические устройства высокообводнённых скважин, оригинальный метод фотонной корреляционной спектроскопии в исследовании дисперсных систем, применен вибрационный метод для измерения свойств нефтяных систем в области водонефтяного контакта, метод спектрометрического импульсного нейтронного гамма-каротажа, волоконно-оптического геотехнического мониторинга и др. Молодыми учеными использованы современные методы математического моделирования процессов движения жидкости и газа в пласте, проведено решение теоретических задач по оптимизации процессов фильтрации и повышению точности гидродинамических исследований скважин, также использованы современные информационные технологии, вычислительные алгоритмы, математические модели и программные средства для трехмерного гидродинамического

моделирования разработки нефтяных месторождений (Eclipse 100t, GeoQuest, Petrel, Tempes). Кроме того, участниками симпозиума предложена механистическая модель лифта скважины при моделировании совместной разработки газовой шапки и оторочки высоковязкой нефти; оригинальная методика определения стратегии разработки нефтяных месторождений Западной Сибири, интегрированная с анализом рисков и неопределенностей; оригинальные экспериментальные исследования процессов вытеснения нефти различными композициями из реальных образцов керна. В работах использовано математическое и физическое моделирование процессов нефтеизвлечения, проведены натурные эксперименты и испытания новых устройств и технологий на действующих месторождениях. Молодыми учеными предложены разработки новых оригинальных программ для решения конкретных задач по интенсификации добычи углеводородов и производительности скважин на нефтяных месторождениях на поздних стадиях разработки и при наличии осложнений, вызванных асфальтосмолопарафиновыми отложениями. В частности, рассмотрено осложняющее добычу нефти тепловое взаимодействие скважинной продукции и узлов установки электроцентробежного насоса, приводящее к преждевременному выходу из строя погружного оборудования и кабельных линий. Построена физическая и математическая модель вынужденного конвективного теплообмена между трехфазным потоком флюида и погружным электродвигателем при различных свойствах флюида (плотности, вязкости, газонасыщенности, обводненности) и параметрах погружного оборудования (габаритных размеров двигателя, мощности, диаметра эксплуатационной колонны и др.). Актуальность данной проблемы обусловлена часто встречающимся отказом двигателя и кабельных линий по причине недостаточного охлаждения. Кроме того, экспериментальными и теоретическими исследованиями молодых ученых установлено, что образование дисперсных систем (эмульсий) внутри пласта может благоприятно сказываться на подвижности исходной нефти, тем самым, увеличивая ее дебит. Проведены исследования процессов образования и разрушения водонефтяных эмульсий. В качестве объекта исследования выбрана высоковязкая нефть Усинского месторождения. Данная нефть содержит высокий процент смол и асфальтенов (природных эмульгаторов), что позволяет получать устойчивые во времени эмульсии. Молодыми учеными использованы новые методы экспериментальных исследований процессов отложения неорганических солей и подбора ингибиторов для борьбы с этим явлением, а также оригинальные способы и техническое устройство для получения оперативной информации о технологических параметрах нефтедобывающих скважин. Лучшие доклады содержат результаты теоретических и экспериментальных исследований эффективности применения новых методов и технологий: 1) увеличение нефтеотдачи пластов и производительности скважин путем создания радиальных каналов методом глубокой гидроперфорации горных пород в сочетании с кислотным гидроразрывом пластов; 2) проблемы адаптации гидродинамических моделей к реальным характеристикам конкретных залежей и месторождений; 3) новые технологии и технические решения по совершенствованию скважинной добычи нефти (зарезка боковых стволов, управляемое бурение горизонтальных скважин, совместная разработка двух объектов и др.); 4) проблемы повышения успешности и прогнозирования эффективности проведения гидроразрыва пласта; 5) вопросы конверсии попутных нефтяных газов в высокооктановые бензины на цеолитных нанокompозитных катализаторах; 6) влияние ультрафиолетового облучения цеолитных нанокompозитных катализаторов на выход и селективность образования жидких углеводородов.

Доклады, представленные на секцию «Современные технологии разработки нефтяных и газовых месторождений» полностью отвечают научному направлению и тематике секции. Доклады выполнены на высоком современном уровне. Актуальность заключается в решении научных и практических проблем в области профессиональной деятельности разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений. В представленных докладах отражены комплексные исследования скважин и пластов, технологических процессов добычи сбора и подготовки нефти и газа. Предложены алгоритмы по комплексному моделированию разработки сложнопостроенных месторождений нефти и газа; применению методов увеличения нефтеотдачи и интенсификации притока; исследованию нефтяных и газовых скважин; оптимизации процессов добычи, сбора и подготовки нефти. Достоверность всех полученных результатов подтверждается значимым количеством проведенных исследований с применением современных методов анализа, молодые исследователи из числа студентов, магистрантов и аспирантов, представившие свои доклады на симпозиуме, широко использовали программные средства автоматизированного проектирования различных технических устройств.

Одними из лучших докладов по данному направлению являются следующие доклады: аспиранта Института неорганической химии СО РАН Полухова Д.М. «Исследование динамики образования и разложения гидрата метана в нефтяных дисперсиях в статических условиях и при перемешивании» (научный руководитель ст.н.с. Стопорев А.С.), магистрантов ТПУ Фам Динь Ан и Донг Ван Хоанг «Обработка результатов гидродинамических исследований горизонтальных скважин при отсутствии позднего радиального режима фильтрации» (научный руководитель профессор ТПУ Сергеев В.Л.), магистрантов Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина Никитина М. Н. и Тимошенко В.Г. «Погружной бесштанговый насосный агрегат с линейным электродвигателем для добычи нефти из малодебитных скважин» (научный руководитель профессор Ивановский В. Н), магистранта ТПУ Синебрюхова К. В. «Анализ применения технологии многостадийного гидроразрыва пласта юрских отложений на горизонтальном участке ствола скважины на месторождениях Западной Сибири: выбор длины скважины» (научный руководитель профессор Зятиков П.Н.). Интересны и многие другие доклады по данному направлению.

В области современной технологии и техники бурения скважин применялся весь арсенал современных методов: тонкие физические измерения (электромагнитная эмиссия, дозированное радиационное облучение), современные математические методы обработки анализов на ЭВМ, выявлена новая возможность применения высокомолекулярного поливинилпирролидона в качестве добавок в тампонажные растворы, имеющих повышенную прочность почти в 2 раза и равные адгезийные свойства, измерение термо-ЭДС в твердосплавном

---

породоразрушающем инструменте, определение микротвердости с использованием современных компьютерных микротвердомеров, тензометрия при определении режимных параметров бурения с выдачей информации на компьютер, а также методика регистрации импульсного релаксационного тока, возбуждаемого на границе горная порода–режущий инструмент и др. Молодые исследователи широко использовали программные средства автоматизированного проектирования различных технических устройств таких, как «Автокад», «Компас», программы расчета прочности изделий методом конечных элементов «Ansys», программы статистического анализа результатов применения новых образцов буровой техники, например «Statistica». В лабораторных исследованиях свойств различных материалов использовались комплексы современного аналитического оборудования, например, комплекс контроля свойств буровых растворов «OFITE». Для контроля процессов электризации породы на контакте с породоразрушающим инструментом при бурении скважин применялся разработанный в ТПУ новый метод записи электрических токов, протекающих через бурильную колонну. Студенты ТПУ спроектировали и создали лабораторную установку с компьютеризированным измерительным комплексом.

Молодыми учеными представлены результаты экспериментальных исследований принципиально нового метода бурения – это электро-импульсное бурение, которое находится сегодня еще в стадии разработки.

В докладах молодежи рассмотрены актуальные технологии разработки новых способов бурения твердых и крепких горных пород, совершенствование ударного и пневмоударного способов бурения, технологий сооружения скважин с морских льдов, методик герметизации обсадных колонн и технологий гравийной обсыпки технологических скважин. В представленных докладах предложены новые технологические решения в области шароструйного бурения, технологий герметизации продуктивных горизонтов с помощью самонабухающих материалов, технических средств и технологий гравийной обсыпки прифилтровой зоны технологических скважин. В ряде докладов представлены результаты бурения твердых горных пород при приложении внецентренных ударных импульсов. Особое внимание молодыми учеными было уделено буровым промывочным и тампонажным растворам, проблемам профилактики и ликвидации осложнений и аварий в бурении, моделировании процессов бурения, рассмотрены новые подходы к повышению механической скорости бурения путем контроля давления в скважине.

В представленных докладах молодежи предложены новые химические реагенты для повышения управляемости и улучшения реологических характеристик буровых и тампонажных растворов, рассмотрены актуальные проблемы повышения долговечности обкладок статоров винтовых забойных двигателей, предложены варианты для модернизации и улучшения работы алмазных буровых коронок, используемых при сооружении опорно-поисковых скважин. В одном из докладов предложено авторское решение по разработке блок-схемы системы интеллектуального сопровождения процесс бурения нового поколения.

Студентами кафедры бурения ИПР ТПУ подготовлен и продемонстрирован лабораторный стенд для проверки и отработки нового способа бурения – гидро-мониторно-абразивного с применением гидромониторного долота эжекторного типа. Ими разработаны также уникальные методики и лабораторные установки и стенды, например, установка, позволяющая оценивать влияние различных технологических жидкостей, используемых для бурения и крепления скважин, на проницаемость пласта в условиях, соответствующих условиям залегания продуктивных пластов нефтегазовых скважин и уникальный стенд для гидроабразивного бурения с циркуляцией в призабойной зоне абразивного порошка рэлита. Значительная часть представленных докладов по данному направлению ориентирована на разработку, либо усовершенствование буровых технических средств с использованием оригинальных идей, в большинстве своем не имеющих аналогов в буровой практике. Так, необходимо отметить разработанную студентами компьютерную программу для расчетов в буровой механике. В ряде докладов излагался ход проектирования и изготовления лабораторных установок для научных исследований в области бурения скважин. Некоторые разработки молодых ученых заслуживают патент или свидетельства на полезную модель. Интерес представляют доклады студентов и аспирантов под руководством Ковалева А.В., доцента Томского политехнического университета, посвященные особенностям технологии шароструйного бурения. В работе обоснована актуальность применения шароструйного бурения при сооружении скважин в интервалах твердых, крепких и очень крепких пород. Представлены решения по разработке компоновки низа бурильной колонны для сооружения скважин методом шароструйного бурения. Приведены результаты экспериментальных исследований, описывающие сравнение эффективности применения различных компоновок низа бурильной колонны при бурении образцов мрамора шароструйным методом. Актуальными в настоящее время в России и за рубежом становятся проблемы создания и освоения новых технологий и техники в экстремальных условиях Арктики (бурение в арктическом шельфе и вечной мерзлоты в континентальных районах Арктики).

Среди лучших докладов необходимо отметить доклад аспиранта Сибирского федерального университета Мишиенковой Е. И. «Исследование особенностей фильтрации буровых растворов с добавками наночастиц» (научный руководитель доцент Минаков А.В), в котором представлены результаты экспериментальных исследований фильтрационных свойств микросуспензий глинистых частиц с добавками наночастиц - порошка оксида кремния. Тема эта сегодня крайне актуальна, так как фильтрационные потери бурового раствора в пласт являются одной из основных причин распространения трещин и нарушения устойчивости ствола скважины. Эти процессы существенно увеличивают затраты и риски бурения во всем мире и грозят стать еще более серьезными проблемами в будущем. Финансовые последствия непроизводительных затрат времени из-за нарушения устойчивости ствола скважины настолько существенны, что операторы могут предусматривать от 10 до 20% утвержденных затрат на возможны простои по этой причине. Фильтрационные потери – ситуация, когда буровой раствор частично или полностью уходит в пласт через области, называемые зонами поглощения. Несмотря на то, что микросуспензии с добавлением наночастиц в последнее время довольно

много изучаются, в нефтегазовых технологиях они фактически являются новым объектом исследований. Здесь их свойства изучены еще весьма фрагментарно.

Интересны и другие доклады: студента ТПУ Ушакова Л. А. «Влияние выбора смазочной добавки на износостойкость эластомера винтового забойного двигателя в различных дисперсионных средах бурового раствора» (научный руководитель старший преподаватель А.В. Епихин); студента Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Амосова, г. Якутск Иванова А. А. «Возможности применения ковшового бура в условиях криолитозоны при разведке россыпных месторождений полезных ископаемых» (научный руководитель доцент Тимофеев Н.Г.) и многие другие доклады.

При рассмотрении вопросов по совершенствованию нефтегазопромыслового оборудования участниками симпозиума предложено применение ударно-волновой технологии в малодебитных и рентабельных скважинах; использование новейших информационных технологий для создания поисковой системы нефтегазопромыслового оборудования; применение кислотной обработки коллектора с использованием установки с гибкими трубами, что должно привести к интенсификации и увеличению притока нефти; показана уникальность и эффективность использования торцевых уплотнителей центробежных насосов и т.д.; были продемонстрированы результаты экспериментов по внедрению ударно-импульсной технологии воздействия на продуктивную зону нефтегазового пласта, что вдвое повышает нефтеотдачу; предложена оригинальная методика определения уровня жидкости в межтрубном пространстве нефтедобывающих скважин методами эхометрии; авторами была продемонстрирована модель учета, контроля и анализа надежности подземного оборудования эксплуатационного фонда скважин, оборудованных УЭЦН, которая позволит оперативно управлять технологическим процессом и снизить себестоимость добычи нефти; участниками симпозиума предложена новая технология селективного гидроразрыва продуктивных пластов с применением гибких непрерывных труб и т.д. Доклады выполнены на высоком уровне. Актуальность состоит в решении современных научных и практических проблем в области нефтепромыслового оборудования. Более половины из представленных докладов имеют несомненную научную новизну. Так в работе магистрантов Тюменского индустриального университета Воронова А. В. и Долинина М. О. разработана модель цифрового профилемера и программного обеспечения для обработки результатов измерений; в работе магистрантов Омского государственного технического университета Гильдебрандт М. И. и Вейде В. И. дана математическая модель увлажнения грунта основания резервуара, в докладе магистранта ТПУ Колоскова Р. В. даны результаты исследования влияния вибрации газа на ГРС, а в работе магистранта Уфимского государственного нефтяного технического университета Пономарева Т. Д. дано обоснование физико-химических методов реновации скважин подземных хранилищ газа на основе спектральных методов диагностики состава и структуры кольматанта в призабойной зоне пласта. Интерес вызывают и ряд других докладов, несущих актуальность и новизну.

По направлению «Современные технологии и техника транспортировки и хранения нефти и газа» участники симпозиума в своих сообщениях отражают решения актуальных сегодня задач, стоящих перед ОАО «АК «Транснефть», АО «Транснефть – Центральная Сибирь», ОАО «Газпром». Научные идеи и инженерные методики расчетов, представленные в докладах, позволяют использовать их в качестве экспресс-методов оценки при проектировании магистральных трубопроводов и насосно-силового оборудования. В своих расчетах, подтверждающих научные идеи, участники симпозиума использовали общие положения теории размерностей, гидравлического подобия и моделирования явлений, методы математической статистики обработки результатов экспериментов, микроструктурный анализ, потенциометрию, метод спектрального разложения Фурье. Часть работ является конструкторскими разработками. В ряде работ рассмотрены результаты внутритрубной диагностики магистральных нефтегазопроводов. Изучены признаки особо опасного вида разрушения нефтегазопроводов – коррозионного растрескивания со стороны внешней катоднозащитной поверхности. Проведен анализ методов обнаружения, диагностики и прогнозирования расслоения стенок труб нефтегазопроводов в процессе их эксплуатации; удалось смоделировать напряженно-деформированное состояние монтажных швов вертикального стального резервуара (РВС) в программном комплексе ANSYS® Workbench Simulation; рассмотрена возможность применения машин Стирлинга для предотвращения потерь легких фракций углеводородов от испарения при хранении нефти и нефтепродуктов в резервуарах. В представленных докладах отражены разработанные авторами методики оценки состояния объектов магистральных трубопроводов и рекомендации по их применению.

Представлены статьи аналитического характера (приведен анализ метрологического обеспечения газораспределительных станций; сформулирована проблема разработки комплексной системы подогрева высоковязких и быстрозастывающих нефтей и нефтепродуктов и др.); результаты личных экспериментальных исследований (например, состава и свойств изоляционных покрытий для газонефтепроводов), направленных, в том числе, на разработку нового оборудования и устройств (измеритель объемной плотности заряда протекающей жидкости) и совершенствование технологий (композиция грунтового основания резервуара для хранения нефти и нефтепродуктов; совершенствование системы мониторинга за состоянием оборудования). Отдельные статьи, посвящены оптимизации режимов перекачки углеводородной среды с учетом различных условий эксплуатации. Среди наиболее интересных и практически значимых докладов необходимо отметить: доклад магистранта ТПУ Чехлова А.Н. «Анализ путей повышения эффективности сооружения и эксплуатации линейной части магистральных нефтегазопроводов в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов» (научный руководитель доцент ТПУ Чухарева Н.В.); магистранта ТПУ Борисова Д.И. «Установка боновых заграждений на зимний период» (научный руководитель доцент ТПУ Чухарева Н.В.); студентов Санкт-Петербургского горного университета Давыденко М.И. и Ярославовой Ю.Э. «Анализ возникновения дефектов в процессе длительной эксплуатации полиэтиленовых газопроводов» (научный руководитель доцент Назарова М.Н.); магистранта ТПУ Герасиной Т.А. «Изучение влияния транспортируемой среды на надежность

---

изоляционного покрытия» (научный руководитель доцент Зарубин А.Г.); студента ТПУ Коршунова В.С. «Стабилизация параметров гидравлических испытаний линейной части магистральных трубопроводов в неизотермических условиях» (научный руководитель доцент Рудаченко А.В.); ассистента Тюменского индустриального университета Голик В.В. и студента Тюменского индустриального университета Ковалева Д.В. «Разработка методики оценки теплового состояния нефтепроводов в многолетнемёрзлых грунтах арктической зоны» (научный руководитель профессор, академик Моисеев Б. В.); магистрантов ТПУ Кириллина А.А. и Мисюн М.А.

«Исследование процесса транспортировки высоковязкой нефти с помощью модели в среде графического программирования» (научный руководитель доцент Никульчиков В.К) и целый ряд других интересных докладов. Особо следует отметить, что часть докладов посвящена проблеме проведения газопроводов в экстремальных условиях Арктики и Крайнего Севера, что сегодня очень актуально. Причем речь шла как о проведении газонефтепроводов на шельфе, в морских условиях, так и в условиях вечной мерзлоты на севере континента.

На секции "Горное дело. Разработка рудных и нерудных полезных ископаемых. Машины и комплексы" молодыми учеными предложен оригинальный способ защиты от разрушения гидравлической крепи при воздействии горных ударов. В одной из научных работ дана новая методика расчета устройства, основанного на использовании инерционных сил, действующих на верхнюю часть крепи. Предложенный способ не имеет отечественных и мировых аналогов. Молодыми учеными также разработана оптимальная кинематика элементов винтопроходческих комплексов, позволяющая разрушать породу на забое с минимальными затратами энергии, даны расчеты анкерного крепления при проходке горно-разведочных выработок, составлены и решены уравнения, на основе которых предложен оптимальный вариант кровли и блоков горной выработки одной из шахт Кузбасса; рассмотрены способы, позволяющие избавиться от вредного воздействия момента, изгибающего штангу при бурении шпуров и скважин, что позволяет повысить в несколько раз усталостную выносливость инструмента и т.д. В научных работах по горному делу широко использовались методы имитационного и экономико-математического моделирования, методы планирования экспериментов, статистические методы обработки результатов экспериментов и аналитические исследования и т.п. Молодыми учеными проводились исследования, такие как изучение напряженно-деформированного состояния массива горных пород и управление мобильными (самоходными) машинами, внедрения развитых систем автоматизации техники (дистанционное программирование процессов, бортовые телекамеры, системы технического зрения и автономной навигации, элементы искусственного интеллекта, объединение автоматизированных машин информационной сетью). В ходе автоматизации оборудования для горного дела широко используются сегодня элементы микроэлектроники. Строительство стволов рудников в условиях ВКМКС подразумевает применение технологии замораживания с целью образования вокруг будущего контура стволов ледопородного ограждения, воспринимающего на себя давление окружающих незамороженных пород и препятствующего притоку воды в выработку при ее проходке. Все это отражено в докладах молодых исследователей. Доклады выполнены на высоком современном уровне и, несомненно, имеют научную новизну. Актуальность состоит в решении научных и практических проблем в области горного дела и разработке твердых полезных ископаемых.

Доложены результаты теоретических и практических основ прогрессивной многозабойной технологии проведения горно-разведочных выработок при детальной и эксплуатационной разведке, базирующихся на выявленных закономерностях между основными организационно-технологическими параметрами многозабойного метода проходки с использованием современных технических средств и передовых форм организации труда. Расширены результаты и углублены исследования в области техники, технологии и организации проведения горно-разведочных выработок в Сибири. Часть докладов посвящена анализу и изучению оборудования для переработки торфяного сырья, определению прочностных и деформационных свойств соляных пород, исследованию работы рабочих колес крупных шахтных осевых вентиляторов, посвящена изучению подогрева в шахтных калориферных установках. Достоверность полученных результатов подтверждается значительным количеством экспериментальных исследований с применением современных методов анализа. В настоящее время активно проводится поиск новых способов бурения скважин различного назначения. Одним из перспективных способов является шароструйное бурение скважин, активно исследуемое в Инженерной школе природных ресурсов Томского политехнического университета. Достоверность полученных результатов подтверждается значимым количеством экспериментальных исследований с применением современных методов анализа.

Методики исследований и новейшие методы: экспериментальный, использовались стандартные и общепринятые методы исследований, такие, как например напряженно-деформированное состояние массива горных пород и управления мобильными (самоходными) машинами, устройства регулирования энергии импульса гидроимпульсного механизма, внедрением развитых систем автоматизации техники (дистанционное

программирование процессов, бортовые телекамеры, системы технического зрения и автономной навигации, элементы искусственного интеллекта, объединение автоматизированных машин информационной сетью). В ходе автоматизации оборудования для горного дела широко используются элементы микроэлектроники. Многие работы реализованы посредством программного комплекса метода конечных элементов ANSYS.

Так, интерес представляют работы: студентов Пермского национального исследовательского политехнического университета Зверева Д.И. и Лукьянец Е.В. «Исследование геологических условий проявления газодинамических явлений в условиях верхнекамского месторождения калийных солей» (научный руководитель профессор Андрейко С. С.); аспиранта ТПУ Мельнова К. В. «Исследование поперечных и продольных колебаний буровой колонны» (научный руководитель профессор Л.А. Саруев); студента ТПУ Боюн И. С. «Сухие газодинамические уплотнения» (научный руководитель доцент Зиякаев Г.Р.); студента Пермского национального исследовательского политехнического университета Шарафутдинова Р.Р. «Определение газоносности пород по свободным и связанным газам на руднике ООО «Еврохим-Волгакалий» (научный руководитель доцент О.В. Иванов.); главного геолога геологического отдела управления горных работ НАО «Научный центр промышленной безопасности» (г. Кемерово) Шубиной Е.А. «Бурение многофункциональных скважин с целью разведки и дегазации угольных пластов» (научный руководитель профессор В.Г. Лукьянов); магистранта Технического института (филиала) Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова, (г. Нерюнгри) Анисимова А.Н. «Разработка мер безопасности от ядовитых газов, образованных при буровзрывных работах на трубке «Заря»» (научный руководитель профессор Гриб Н. Н.); преподавателя Карагандинского государственного технического университета Айтпаевой А.Р. «Технология и основные параметры управления состоянием массива механизированной крепью» (научный руководитель профессор Портнов В. С.); магистрантов Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова Капитонова М.М. и Кузнецова П.Ю. «Технологические решения по конструкции днищ очистных блоков в неустойчивых рудах» (научный руководитель доцент Петров А. Н.); младших научных сотрудников Института горного дела Сибирского отделения Российской Академии наук (ИГД СО РАН) Рыбалкина Л.А. и Дробчика А.Н. «Вибрационный стенд и результаты экспериментальных исследований влияния упругих колебаний на скорости фильтрации газа» (научный руководитель заведующий лабораторией, д.т.н. Сердюков С. В.). Интересны и многие другие доклады.

По направлению «Моделирование процессов при транспортировке нефти и газа» доклады выполнены на высоком современном научном уровне. Актуальность их заключается в решении научных и практических проблем в области гидродинамики, тепломассопереноса во внутренних системах (трубах и каналах), экспериментальных и теоретических методов исследования гомогенных и гетерогенных потоков, реологии вязких сред и теплофизики. В 2018 г. работу секции открыл пленарными докладами д.ф.-м.н., профессор Инженерной школы природных ресурсов Томского политехнического университета Харламов С.Н. Профессор Харламов С.Н. подробно осветил современные информационные технологии и ресурсоэффективные модели в решении задач энергосбережения и транспорта вязких сред: историю, достижения и перспективы.

В большинстве своем представленные доклады были ориентированы на решение комплексных фундаментальных и прикладных проблем по: интенсификации процессов транспорта, добычи и переработки углеводородного сырья, диагностики и надежности элементов запорной и регулирующей трубопроводной арматуры; выяснению закономерностей гидродинамики и тепломассообмена в сложных сдвиговых однофазных и двухфазных потоках в разветвленных системах трубопроводов. Данные результаты актуальны для таких направлений исследований как создание новых технологий и средств повышения энерго- и ресурсоэффективности в нефтегазовой промышленности, электро- и теплодинамического воздействия на гомогенные и гетерогенные реологически сложные системы, альтернативные и возобновляемые источники энергии. Доклады выполнены на высоком и современном уровнях с демонстрацией российского и зарубежного опыта, достоинств и недостатков подходов и методик в прогнозах локальных эффектов, сопровождающих гидродинамику и тепломассообмен в переходных процессах в трубопроводных системах с узлами и соединениями произвольной формы поперечного сечения. Получены новые и оригинальные данные по: ламинаризации течений (вследствие пространственной и тепловой деформациях в потоках, введению высокомолекулярных присадок); разделению водонефтяных эмульсий; подготовке оснований фундаментов объектов нефтегазовой отрасли (в частности, вертикальных стальных резервуаров для хранения природного сырья); повышению качества проектирования переходов трубопроводов через водные преграды и т.д. Достоверность многих данных проиллюстрирована сравнениями, как с известными экспериментальными результатами других исследователей, так и полученными авторами при комплексном теоретическом и экспериментальном анализе проблем на современном опытном оборудовании.

В представленных докладах участников отражены разработанные собственно самими авторами новые методики комплексного физико-математического, компьютерного моделирования процессов переноса импульса, тепла и массы в гомогенных и гетерогенных средах в условиях наличия и отсутствия действия внешних сил (закрутка, магнитных полей, сил тяжести и т.д.), экспериментального исследования движений сложных сред в трубопроводах. Получены новые данные по гидродинамической и тепловой структуре смесей в условиях пространственной и тепловой деформации углеводородных сред. В некоторых докладах представлены новые данные по содержанию и закономерностям распределения интегральных параметров (сопротивления и тепломассопереноса) в инертных и химически реагирующих потоках жидкостей, анализу структуры движения фаз. В другой части докладов приведены новые схемы расчета и эффективные алгоритмы расчета пристеночных анизотропных потоков. Приведены подходы к математическому моделированию процесса транспорта высоковязких неньютоновских жидкостей, что особенно актуально в свете эксплуатации новых месторождений высоковязких нефтей с уникальными реологическими свойствами, а также месторождений в районах Крайнего Севера и Арктики. Все вышеизложенное позволяет эффективно моделировать и изучать динамику процессов

---

транспорта углеводородного сырья, а также закладывать основные положения при проектировании оборудования по подготовке нефти и газа к транспортировке. Достоверность, всех полученных результатов подтверждается использованием современных методов математического моделирования, а также высоким качеством используемых программных продуктов. Показаны результаты апробации редко используемых в практике прикладных расчетов модели турбулентности. Все вышеизложенное опирается на многочисленные сравнения с экспериментальными авторскими данными распределений гидродинамических и теплодиффузионных характеристик. Предлагаются критериальные зависимости для расчета потерь на трение и тепломассообмен при сложном движении смесей в трубопроводах. В процессе исследований молодыми учеными были использованы новейшие методы и методики такие как: моделирование течений смесей в рамках подходов – RANS, LES и Hybrid models, visualization, LDV Systems, photo-video tecinics; численное моделирование мелкомасштабных процессов в рамках низкорейнольдсовых течений и с неньютоновской реологией. В процессе исследования авторами использованы современные сведения по комплексному физико-математическому моделированию процессов переноса импульса, тепла и массы в реологически сложных системах, основанных на привлечении феноменологической и статистической теорий турбулентности, данных бесконтактных средств регистрации изменений пульсационных полей скорости, температуры и концентрации как в гомогенных, так и в гетерогенных средах. В численных исследованиях сложных процессов течения и тепломассообмена в трубопроводах выделяются эффективные и быстродействующие алгоритмы со сквозным расчетом характеристик течения непосредственно со стенки, включая ламинарный подслои и буферную зону. Получены новые данные по гидродинамической и тепловой структуре смесей в условиях пространственной и тепловой деформации углеводородных сред, при действии сосредоточенных и распределительных нагрузок на трубопроводы, проложенных на местности со сложным рельефом и климатическими условиями. Прогноз аварийных ситуаций функционирования трубопроводов и оптимизация режимов их работы, как правило, выполнены по многопараметрическим моделям турбулентности, опирающимся на полные дифференциальные уравнения Лоя, компоненты для полного тензора напряжений Рейнольдса, удельных скалярных потоков тепла и массы. Все методики оригинальны и до настоящего времени редко используются в практике прикладных расчетов гидродинамики и тепломассообмена из-за слабой апробированности на технических системах. В ряде докладов приведены новые схемы расчета и эффективные алгоритмы расчета пристеночных потоков напряжений и деформаций. Показаны результаты апробации редко используемых в практике прикладных расчетов модели турбулентности. Представленные исследования могут служить материалом, подтверждающим большие потенциальные возможности используемых моделей и методов в расчетах сложных сопряженных процессов в природе и технике.

Тематика докладов фокусировалась на проблемах, рассматриваемых в МНОЛ и ИШПР. Их содержание касалось анализа ключевых вопросов эффективного функционирования объектов ТЭК с привлечением современных методик прогноза рабочих процессов в рамках комплексного физико-математического и численного моделирования гомогенных и гетерогенных пространственных течений углеводородных сред во внутренних системах (трубопроводах, каналах и камерах с произвольной границей поверхности стенки, аппаратах химической и теплоэнергетической промышленности, энергомашиностроения и т.д.) в полях действия внешних сил (гравитационных, центробежных и электромагнитных), переходов вихревой, тепловой и химической природы, осложненных фазовыми процессами, химическими реакциями, сепарацией и фильтрацией. Критическому анализу современного состояния проблем моделирования сложных течений на объектах ТЭК был посвящен доклад Харламова С.Н., вызвавший живой интерес слушателей. Весьма заметными в работе секции стали результаты исследований аспирантов и сотрудников МНОЛ. Они представили оригинальные результаты своих исследований по проблемам моделирования режимов эффективного функционирования аппаратов электрообезвоживания и обессоливания нефти, корректного прогноза фазовых процессов в технологиях сепарации природного сырья. В заслушанных докладах, выполненных молодыми учеными из отечественных и зарубежных университетов (Томска, Саратова, Тюмени, Италии), отражены разработанные собственно самими авторами новые методики комплексного физико-математического и компьютерного моделирования сложнейших явлений в окружающей внешней среде, образцах техники, учитывающих процессы переноса импульса, тепла и массы в жидких и газообразных гомогенных и гетерогенных системах, твердых телах в полях действия внешних сил. А также обсуждены экспериментальные исследования о деформационных процессах во внутренних системах (сложных трубопроводах, сепараторах, гидроциклонах, буровом и насосном оборудовании). Получены новые данные о взаимодействии конструкций с транспортируемым продуктом, окружающей средой в условиях пространственной и тепловой деформации углеводородных сред, при действии сосредоточенных и распределенных нагрузок на трубопроводы, проложенных на местности со сложным рельефом и климатических условиях. В отдельных докладах участников из Томска, Тюмени и Саратова представлены новые данные по содержанию и закономерностям изменения рабочих параметров изучаемых процессов, приведены новые схемы расчета и эффективные алгоритмы анализа фазовых процессов, структур потоков, напряжений и деформаций в стенках устройств. Показаны результаты апробации редкоиспользуемых в практике прикладных расчетов моделей турбулентности. Все вышеизложенное опирается на многочисленные сравнения с экспериментальными авторскими и другими данными распределений гидродинамических и теплодиффузионных характеристик. Предлагаются критериальные зависимости для расчета потерь на трение и тепломассообмен при сложном движении смесей в трубопроводах и аппаратах. Заметными в работе секции стали следующие доклады: магистранта ТПУ Шатовой М. Н. «Моделирование технологии термогазового воздействия для разработки нетрадиционных залежей углеводородов» (научный руководитель профессор Харламов С.Н.); магистранта ТПУ Ле Тхи Тху Тхуи «Канонический вид дифференциальных уравнений в частных производных для решения задач тепломассопереноса» (научный руководитель профессор Харламов С.Н.); магистранта ТПУ

Быкова Р.С. «Исследование вихреобразования в несжимаемых потоках в трубопроводах с использованием ПК Ansys Fluent. Картины процессов» (научный руководитель профессор Харламов С.Н.); магистранта ТПУ Вахитова Д. Л. «Моделирование виброакустических эффектов в реологически сложной среде под действием критических нагрузок» (научный руководитель профессор Харламов С.Н.); магистрантов ТПУ Федотова Д.А. и Шаламова В. В. «Моделирование фильтрации жидкости в пористой среде» (научный руководитель профессор Харламов С.Н.); магистранта ТПУ Вакурова А. А. «Оценка НДС резервуара Сузунского месторождения» (научный руководитель профессор Харламов С.Н.). Интересны также другие доклады молодежи по данному направлению.

В направлении «Переработка углеводородного сырья» молодыми учеными использовались следующие новые методы: современные физико-химические методы исследования металлических и наноструктурированных цеолитных катализаторов: ИК-Фурье спектроскопия, рентгенофазовый анализ с помощью дифрактометра Shimadzu XRD-6000, дифференциальный термоанализ на приборе синхронного термического анализа NETZSCH STA 409 (Германия), электронно-микроскопические исследования на растровом электронном микроскопе VEGAII LMU (Чехия) с системой рентгеновского энергодисперсионного микроанализа, интегрированного с VEGAII LMU, Oxford INGA Energy 350; кислотные и каталитические свойства интерметаллидов и наноструктурированных цеолитных катализаторов изучены на специальных автоматизированных установках: термодесорбционная и проточные автоматизированные каталитические установки с различным объемом реакторов; современные методы исследования физико-химических свойств нефтеполимерных смол, а также новейшие методы термогравиметрии, рентгеноструктурного анализа, БЭТ, спектроскопии ЯМР <sup>13</sup>C, метод ГХ-МС, спектроскопии ЯМР <sup>13</sup>C, <sup>1</sup>H, ИК, метод математического моделирования, применение интеллектуальных программных комплексов, газовой хроматографии, метод термодесорбции и др. Лучшие содержат результаты теоретических и экспериментальных исследований эффективности применения новых методов и технологий: 1) утилизация и глубокая химическая переработка попутных нефтяных газов (ПНГ) на наноструктурированных модифицированных цеолитсодержащих катализаторах в жидкие углеводороды и «сухой газ»; 2) углекислотная конверсия природного газа в синтез-газ на интерметаллидах никеля и алюминия; 3) переработка прямогонных бензиновых фракций газовых конденсатов и нефти на наноструктурированных модифицированных цеолитных катализаторах в высокооктановые бензины марок «Евро-4 и 5»; 4) получение различных модифицированных нефтеполимерных смол с улучшенными характеристиками из жидких продуктов пиролиза; 5) моделирование процессов промышленной подготовки нефти, газа и газового конденсата и заводской переработки углеводородного сырья (обессоливание, обезвоживание, каплеобразование, сепарация, ректификация, каталитический риформинг, изомеризация, дегидрирование, гидрирование, алкилирование); 6) освещены вопросы совершенствования процессов переработки тяжелой смолы пиролиза в ценные химические продукты, а также получения 2-этилгексановой кислоты, как основного компонента при производстве металлокомплексных катализаторов и других веществ; 7) представлены результаты модернизации нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств с применением технологических моделирующих систем; 8) показана актуальность повышения ресурсоэффективности переработки различных видов углеводородного сырья в продукты с высокой добавленной стоимостью – высокооктановые моторные топлива и добавки к ним, полуфабрикаты синтетических моющих средств – линейные алкилбензолы, тяжелая смола пиролиза – сырье для производства саж и технического углерода, 2-этилгексановой кислоты для производства сиккативов, растворителей, оловоорганических соединений, в процессе получения солей металлов, служащих катализаторами в производстве пластификаторов. Результаты исследований позволяют объективно оценивать современный уровень развития нефтегазопромышленной отрасли, а также нефтепереработки и нефтехимии. Доклады выполнены на высоком научном современном уровне. Актуальность их заключается в решении научных и практических проблем в области цеолитного катализа и его применения в нефте- и газохимии, рационального природопользования, особенно легкого углеводородного сырья: природного и попутных нефтяных газов и газовых конденсатов, эффективного использования побочных продуктов пиролиза для синтеза нефтеполимерных смол.

Магистрантами, аспирантами и молодыми учеными при выполнении научных работ использовались современные физико-химические методы исследования различных микро – и мезопористых цеолитных материалов, модифицированных металлами, оксидами и сульфидов металлов: цинка, галлия, никеля, хрома, ванадия, олова и гетерополисоединениями молибдена, вольфрама и других металлов: ИК-Фурье-спектроскопия, рентгенофазовый анализ с помощью дифрактометра Shimadzu XRD-6000, дифференциальный термоанализ на базе прибора синхронного термического анализа NETZSCH STA 409 (Германия), электронно-микроскопические исследования на растровом электронном микроскопе VEGAII LMU (Чехия) с системой рентгеновского энергодисперсионного микроанализа. Кислотные и каталитические свойства различных модифицированных цеолитных систем исследованы на специальных установках: термодесорбционные и проточные автоматизированные каталитические установки. Также использованы различные современные физико-химические методы исследования нефтеполимерных смол, тяжелых фракций нефти, нефтяных остатков (гудроны, битумы, нефтяные парафины), применение новых интеллектуальных программных комплексов, газовой хроматографии, термодесорбции, катализа и др.

В представленных докладах рассмотрены результаты исследований по физико-химическим свойствам различных модифицированных микропористых цеолитных катализаторов типа ZSM-5, а также процессов переработки легкого углеводородного сырья: природного и попутного нефтяного газов, газовых конденсатов в низшие олефины, ароматические углеводороды и высокооктановые бензины, что имеет не только научное, но и большое прикладное значение, особенно для нефте- и газодобывающих регионов для решения экологических проблем, охраны окружающей среды и их комплексного развития. Впервые проведены исследования по

---

превращению прямогонных бензинов и попутных нефтяных газов С3-С4 на цеолитных катализаторах, модифицированных гетерополисиодинениями Мо и W. Показано, что введение гетерополисиодинений Мо и W приводит к повышению выхода высокооктановых бензинов из газового конденсата и ароматических углеводородов из газообразных насыщенных углеводородов. Рассмотрены технико-экономические показатели этих новых процессов и показана перспективность их практического применения. Другая часть докладов была посвящена новым способам и процессам использования жидких продуктов термического пиролиза углеводородных фракций и получению на их основе новых эффективных нефтеполимерных смол. Показано, что модификация ароматических нефтеполимерных смол комплексом электрогенерированных окислителей позволяет значительно улучшить физико-механические характеристики модифицированных нефтеполимерных смол. В ряде докладов приведены новые альтернативные способы переработки различных видов сырья: биоспиртов, биомасел и других в углеводороды, синтетические моторные топлива и другие ценные продукты. В некоторых докладах представлены новые данные по исследованию состава тяжелых фракций нефти, по превращению высокомолекулярных компонентов природного битума (Институт химии нефти СО РАН, г. Томск), а также по созданию новых эффективных пленкообразующих материалов на основе нефтеполимерных смол (Инженерная школа природных ресурсов Томского политехнического университета). Все вышеизложенное позволяет более квалифицированно разрабатывать рекомендации по рациональному использованию природных углеводородных ресурсов. Достоверность всех полученных результатов подтверждается большим количеством полученного экспериментального материала с использованием новейших физико-химических методов анализа. В ряде докладов представлены результаты конверсии легких углеводородов С3-С4 ПНГ в ароматические углеводороды на цеолитных катализаторах, модифицированных 1-3 мас. % сульфида цинка. В результате проведенных исследований установлено, что с повышением температуры процесса происходит увеличение выхода жидких продуктов конверсии для всех образцов, причем для образца с 3 % ZnS выход жидких продуктов (ароматических углеводородов С6-С10) достигает 60,6 мас. % при температуре 600 оС.

Лучшие доклады содержат результаты теоретических и экспериментальных исследований с использованием различных физико-химических методов и технологий:

- химическая переработка природных и попутных нефтяных газов (ПНГ) на модифицированных цеолитных катализаторах в низшие олефины, ароматические углеводороды;
- переработка прямогонных бензинов нефти и газовых конденсатов в высокооктановые бензины на модифицированных цеолитсодержащих катализаторах;
- получение различных модифицированных нефтеполимерных смол с улучшенными характеристиками из жидких продуктов пиролиза;
- моделирование процессов промышленной подготовки нефти и газа, промышленной сепарации и ректификации, каталитического риформинга, дегидрирования и алкилирования, гидрирования и других процессов превращения углеводородов;
- переработка тяжелых фракций нефти и нефтяных остатков: битумов, гудронов и нефтяных парафинов в различные ценные продукты.

Из лучших докладов наиболее интересными являются: авторы Власова Н. Д. и Ильков В.И. (студенты Томского государственного университета) «Синтез вольфрамвисмутитовой кислоты и ее солей кобальта и никеля, перспективных катализаторов переработки углеводородного сырья» (научный руководитель доцент Егорова Л.А.); авторы Маслиенко М.М., Педаш Д. В., Хасанов В.В. (Томский политехнический университет) «Конверсия попутных нефтяных газов С3-С4 в арены на цеолитных катализаторах» (научный руководитель профессор Ерофеев В.И.); авторы Хаялиева Л. Р., Старовойт М. В., Нгуен Ван Тхань (Томский политехнический университет) «Защитные покрытия на основе модифицированных нефтеполимерных смол» (научный руководитель доцент Бондалетова Л.И.); автор Кошкина О. Д. (Томский государственный университет) «Влияние модифицирования порошками металлов на свойства ZSM-5 в процессе совместной конверсии пропан-бутановой фракции и гептана» (научный руководитель Величкина Л. М., старший научный сотрудник, доцент Института химии нефти СО РАН, г. Томск); автор Джалилова С. Н. (Томский политехнический университет) : «Превращение попутных нефтяных газов С3-С4 в ароматические углеводороды на цеолитных катализаторах» (научный руководитель профессор Ерофеев В.И.); авторы Мулява Е. В., Покрова С.Е. (Томский политехнический университет) «Получение жидких углеводородов из пропан-бутановой фракции ПНГ на модифицированных цеолитных катализаторах» (научный руководитель профессор Ерофеев В.И.); автор Еремеева А.М. (Санкт – Петербургский горный университет) «Способ улучшения качества товарного дизельного топлива» (научный руководитель профессор Кондрашева Н.К.). Научный и практический интерес представляют и многие другие доклады.

По направлению «Моделирование процессов переработки углеводородного сырья» представлены новые способы улучшения реологических свойств высоковязкие и высокозастывающие нефти (ИХН СО РАН). Получены новые значения о нестационарных каталитических процессах, предложены новые принципы их математического моделирования. Предложены новые депрессорные и оценено их влияние на показатели депарафинизации летнего дизельного топлива в электрическом поле. Разработаны методики расчета низкотемпературных свойств дизельных фракций. Оценено влияние и выработаны новые технические решения по оптимизации процесса сульфирования линейных алкилбензолов с применением новых математических моделей. Предложен новый способ управления активностью платиносодержащего катализатора риформинга путем оптимизации состава гидрогенизата, исследовано влияние состава риформата (платформата) от состава гидрогенизата, результаты позволили определить режимы стадии риформации по получению фракции 85-140 оС и интенсифицировать процесс гидроочистки данной фракции с целью снижения количества ароматики в гидрогенизате, а также определить вероятностный выход, состав и свойства продукта.

Представленные доклады на секции не только выполнены на высоком уровне, но и представляют ценность с научной и практической точки зрения. Изложенные результаты актуальны для решения проблем в области химической технологии природных энергоносителей, а также моделирования процессов промышленной подготовки нефти, газа и газового конденсата и заводской переработки углеводородного сырья (обессоливание, обезвоживание, каплеобразование, сепарация, ректификация, каталитический риформинг, изомеризация, дегидрирование, гидрирование, алкилирование, депарафинизация, гидрокрекинг). В представленных докладах освещены вопросы совершенствования процессов подготовки и переработки углеводородного сырья с целью получения высокооктановых компонентов моторных топлив, а также представлены результаты модернизации нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств с применением технологических моделирующих систем, традиционно разрабатываемых в отделении химической инженерии Инженерной школы природных ресурсов ТПУ. Показана актуальность повышения ресурсоэффективности производств на стадии подготовки сырья для переработки путем анализа состава и свойств нефтей Западной Сибири. Результаты исследований позволяют объективно оценивать современный уровень развития нефтегазопромышленной отрасли, а также нефтепереработки и нефтехимии. Так в работе магистранта ТПУ Шафран Т.А. «Математическое моделирование процесса каталитического крекинга с учетом обратимости реакций» (научный руководитель ассистент Назарова Г.Ю.) представлены новые исследования и результаты по разработке математической модели процесса каталитического крекинга и влиянию состава сырья и технологических показателей на эффективность процесса. Установлено влияние депрессорных присадок на вязкостно-температурные характеристики высокотемпературной нефти (работа магистрантов ТПУ Д.Э. Астурян, Ю.В. Лоскутовой, И.В. Литвинцев под руководством доцента Ушевой Н.В.). Дано сравнение технологий каталитической депарафинизации дизельных топлив, что позволило выявить оптимальные варианты (работа студента ТПУ Д.А. Афанасьевой под руководством ассистента Н.С. Белинской и мл.н.с. Е.В. Франциной). Показан положительный эффект при удалении серосодержащих соединений из дизельной фракции в процессе окислительного обессеривания (работа студента ТПУ Баклашкиной К. А. под руководством инженера-химика Кривцовой К.Б. и доцента Юрьева Е.М.). Интересен доклад по результатам изучения каталитической системы на основе ультрадисперсных порошков железа в синтезе жидких углеводородов по методу Фишера-Тропша (работа магистранта ТПУ Жданова А.А. под руководством доцента Попок Е.В.).

Наглядно продемонстрированы возможности использования математической модели процесса и основанной на ней компьютерной программы при решении разнообразных технологических задач по оптимизации показателей процесса каталитического риформинга с непрерывной регенерацией катализатора. Разработана новая имитационная динамическая модель технологической установки низкотемпературной сепарации газа, с применением которой достигнуто повышение эффективности работы промышленных аппаратов, разработаны математические модели теплообменного, сепарационного, эжекционного оборудования и регулирующей арматуры химико-технологической системы процесса подготовки газа и газового конденсата. На основе математических моделей разработана имитационная динамическая модель процесса низкотемпературной сепарации газа, пригодная для использования в качестве компьютерного тренажера. Рассмотрены одни из основных факторов, влияющих на эффективность процесса низкотемпературной сепарации газа: точка росы и давление. Исследованы различные варианты организации процесса изомеризации пентангексановой фракции. Реализация технологий с одним, двумя рециклами, в отличие от технологии за проход, позволяет увеличить октановое число продукта на 10 пунктов. Наилучший результат по октановому числу достигается при использовании технологии с двумя рециклами (свыше 90 пунктов). Выполнено моделирование процесса компаундирования высокооктановых бензинов с использованием компьютерной моделирующей системы. Разработаны оптимальные рецептуры смешения для бензина марки АИ-95 и АИ-92 с использованием компьютерной моделирующей системы, при этом каждая рецептура соответствует техническим и экологическим стандартам. Необходимость и целесообразность учета состава сырья и неаддитивности октановых чисел смешения при разработке рецептур подтверждаются результатами проведенных расчетов. Научную и практическую значимость имеют и другие работы по данному направлению.

По направлению «Современные технологии переработки минерального сырья» доклады выполнены на высоком научном современном уровне. Актуальность заключается в решении научных и практических проблем в области переработки минерального сырья, рационального природопользования, охраны и защиты окружающей среды, технологии переработки минерального сырья. В представленных докладах отражены современные направления обогащения полиметаллических руд, технологии комплексного освоения и переработки отходов золоторудных объектов, получены новые данные по созданию водостойких магниевых материалов на основе диоксидного и серпентинитового сырья, показаны возможности увеличения поглотительной способности глин и активации бентонитов ионами натрия, исследованы возможности использования карбонатных марганцевых руд в металлургической промышленности и для получения катализаторов глубокой конверсии природного газа. Представлены новые результаты в области нетрадиционных методов получения оксидов металлов с использованием электрохимического синтеза на переменном токе, модифицирование свойств и эксплуатационных характеристик геля гидроксида алюминия, аналитического контроля ионного состава растворов промышленных предприятий, использующих природные рассолы. Разработаны методы получения сорбентов на основе отходов обезжелезивания воды, используемых для очистки и регенерации отработанных масел. В представленных докладах отражены современные направления технологий комплексной переработки золы углей Кузбасса. Достоверность полученных результатов подтверждается большим количеством проведенных экспериментов, использованием современных методов физико-химического анализа. В процессе исследований молодыми участниками использовались новейшие методы и методики: рентгенофазовый анализ, рентгеноструктурный анализ, атомно-абсорбционный анализ, потенциометрия, кондуктометрия, электронная

---

микроскопия, определение удельной поверхности по методу БЭТ, химический анализ и др. Представленные работы охватывают широкий спектр исследований минерального сырья от измельчения горных пород до получения готовых изделий. Для подсчета запасов месторождений необходимо проведение анализа руд и пород. Установлено, что инверсионная вольтамперометрия отличается от других высокочувствительных инструментальных методов анализа низкого содержания благородных металлов возможностью определения микроколичеств элементов с высокой чувствительностью и минимальной погрешностью. Кроме того, данный метод характеризуется простотой, экспрессностью и низкой стоимостью выполнения анализа. Измельчению, как важнейшему этапу рудоподготовки, традиционно уделяется значительное внимание. Измельчение негабаритов горных пород может быть обусловлено сложностями при транспортировке и дроблении из-за массогабаритных параметров. Кроме того, измельчение является важнейшим этапом процесса обогащения. Предложенный электроразрядный способ измельчения представляет собой экологически чистый способ разрушения горных пород, позволяет производить разрушение и осуществлять направленный откол без разлета осколков и эвакуации персонала с места проведения работ. Предложенное усовершенствование методики исследования измельчаемости Ф. Бонда позволит в более короткие сроки проводить тестирование руд, как следствие, своевременно вносить коррективы в существующие режимы работы измельчительного передела обогатительных фабрик. Особое внимание традиционно уделяется переработке разных видов отходов. Студенты ТПУ представили работы по получению магнезиального цемента и заполнителей бетонов из зол ТЭЦ. В работе магистранта Уральского федерального университета А.А. Амирова под руководством доцента В.Б. Пономарева рассмотрены вопросы применения пневматических классификаторов для переработки минерального сырья. В докладе К. В. Гончарова и А. С. Атаджиди (Институт металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова Российской академии наук, г. Москва) определены условия восстановления титаноманганитового концентрата с получением гранулированного металла и титанованадиевого шлака, которые являются стратегическим сырьем. Интересна работа Гимгина С.В. и Краюхина С.А. (АО «Уралэлектромедь», г. Екатеринбург), в которой авторы продемонстрировали получение товарной сурьмы из промпродуктов свинцового производства. Ученые Грузинского технического университета Р.И.Стуруа, Д.Г. Талахадзе, А.В. Абшилава продемонстрировали оптимальную комбинированную технологию переработки складированных хвостов медных упорных руд Маднеульского месторождения. А ученые Института общей и неорганической химии Академии Наук Республики Узбекистан Нимчик А.Г., Усманов Х.Л., Кадырова З.Р. Ниязова Ш.М. осветили рациональное использование флотационных отходов обогащения в производстве строительных материалов. Среди лучших докладов данного научного направления необходимо отметить доклад магистранта Бурятского государственного университета Мохоевой В. Э. «Получение каталитических железосодержащих материалов из природных глин методом механоактивации» (научный руководитель вед. инженер Дашинамжилова Э.Ц.) и доклад студента ТПУ Шарфеева Ш. М. под руководством профессора Погребенкова В.М, который, на основе проведенных им экспериментов, продемонстрировал результаты фтораммонийной обработки продуктов плазменной диссоциации цирконового концентрата.

В научных работах, связанных с комплексным использованием различных видов сырья, в процессе исследований применялись такие современные методы исследования, как рентгенофлуоресцентный анализ, электронная сканирующая микроскопия, комплексный термический анализ, спектрофотометрия, рентгенофазный анализ ДТА, атомно-абсорбционный анализ, атомно-эмиссионная спектрометрия, метод лазерного микроанализа, потенциометрия, инверсионная вольтамперометрия, электронная микроскопия и энергодисперсионный анализ, дилатометрия, рентгенофлуоресцентный анализ, инфракрасная спектроскопия, дифференциально-термический анализ и др. Доклады секции выполнены на высоком научном современном уровне. Актуальность заключается в решении научных и практических проблем в области комплексного использования минерального сырья. В представленных докладах отражены разработанные собственными авторами и их научными руководителями технологии рационального использования сырьевой базы России, а также представлены технологии переработки техногенных отходов с целью замены ими природного сырья. В представленных докладах отражены разработанные собственными авторами новые способы и технологии использования минерального сырья и техногенных отходов для производства кислотоупорных керамических изделий, теплоизоляционных материалов для гражданского и промышленного строительства, алюмосиликатные пропанты для нефтегазодобывающей отрасли, пигменты и бетоны с широким спектром свойств. Широко рассмотрены вопросы утилизации зол ТЭС, а также доменных шлаков, шлаков чёрной металлургии и другие отходы промышленности, что позволяет конструктивно решать экологические проблемы. Особое внимание уделено проблемам ресурсоэффективности. В связи с особенностью географического расположения и суровыми климатическими условиями Россия вынуждена расходовать огромные энергетические ресурсы на отопление зданий и сооружений различного назначения. Кроме того, эта проблема связана с невысоким качеством и ограниченным ассортиментом материалов, используемых при тепловой изоляции теплогенерирующих установок, тепловых магистралей и объектов теплоснабжения. Примером практически значимой технологии является разработка получения пеностекла на основе алюмосиликатного сырья. Проведенные исследования подтверждают целесообразность использования всего известного многообразия различных техногенных отходов с алюмосиликатной основой в качестве исходного сырья для варки стекла, на основе которого можно получать пеностекло при более низких энергозатратах. Молодыми участниками были предложены новые технологии создания новых видов керамики и силикатных строительных материалов, разнообразных стеклоизделий, а также в ряде случаев предложены в качестве сырья нестандартные минеральные ассоциации для производства некоторых изделий. Предложенные авторами разработки имеют большое практическое значение и позволяют с использованием минерального и техногенного сырья Сибирского и Уральского регионов расширить номенклатуру изделий. По направлению «Комплексное использование минерального сырья» доклады

выполнены на высоком научном уровне. Актуальность заключается в решении научных и практических проблем в области комплексного использования минерального сырья. В представленных докладах отражены современные технологии комплексного освоения магнезиального сырья, высококремнеземистых пород, переработки золошлаковых отходов, показаны возможности получения кислотостойких материалов на основе глинистого сырья Уральского региона, исследованы возможности использования отходов углеобогащения для получения топливных брикетов. Представлены новые результаты в области переработки цинксодержащих руд, получения ферросплава из алюминийсодержащей опоки. Предложена одностадийная технология получения пеностеклянного материала, которая позволяет снизить энергозатраты производства и расширить сырьевую базу. Достоверность полученных результатов подтверждается большим количеством проведенных экспериментов, использованием современных методов физико-химического анализа. В процессе исследований молодыми участниками использовались новейшие методы и методики: рентгенофазовый анализ, рентгеноструктурный анализ, атомно-абсорбционный анализ, электронная микроскопия, определение удельной поверхности по методу БЭТ, дифференциально-термический анализ, химический анализ и др. Предложенные авторами разработки имеют большое практическое значение и позволяют с использованием минерального и техногенного сырья Сибирского и Уральского регионов расширить номенклатуру изделий. Доклады, представленные на секцию «Комплексное использование минерального сырья» полностью отвечают научному направлению и тематике секции. Актуальность заключается в решении научных и практических проблем в области комплексного использования минерального сырья. В секции были представлены работы по переработке техногенных видов отходов (зола и золошлаки ТЭЦ, отходы выращивания риса, металлургический шлак, хвосты обогащения медных руд) для получения различных материалов. Показано, что использование техногенного сырья позволяет не только улучшать характеристики материалов, но и решать проблему утилизации многотоннажных отходов различных производств.

По научному направлению «Энергоснабжение и автоматизация объектов нефтегазовой промышленности» доклады выполнены на высоком современном уровне. Актуальность заключается в решении научных и практических проблем в области безопасного и надежного энергоснабжения нефтегазопромыслов.

Представленные доклады посвящены вопросам сжигания перспективных органомоноугольных топлив на основе отходов угле- и нефтепереработки, экспериментальным исследованиям процесса горения гелеобразных топлив, автономных источников энергоснабжения, электрических систем и сетей автоматического управления, систем безопасности (в том числе пожарной) для объектов нефтегазопромыслов и трубопроводов.

Значительная часть представленных работ содержит результаты лабораторных и натуральных экспериментов. Достоверность результатов теоретических работ подтверждается тестированием и соответствующими контрольными опытами. Молодые ученые, аспиранты, магистранты и студенты использовали новейшие методы исследований: методы высоко скоростной видеорегистрации, панорамные оптические методы трассерной визуализации («Particle Image Velocimetry», «Particle Tracking Velocimetry», «Stereo Particle Image Velocimetry», «Interferometric Particle Imaging»), «Shadow Photography», «Planar Laser Induced Fluorescence».

Ряд докладов посвящен анализу систем электроснабжения для предприятий, осуществляющих разработку и эксплуатацию нефтегазовых месторождений Западной Сибири: подстанции НГДУ СУРГУТНЕФТЬ", осуществляющей электроснабжение дожимной насосной станции; подстанций ОАО «Томскнефть»; подстанции для обслуживания Мыльджинского нефтегазоконденсатного месторождения ОАО «ТомскГазпром». В докладах рассматриваются схемы электрических соединений распределительных устройств подстанций; анализируется состав энергетического оборудования; затрагиваются вопросы технологического управления; исследуются средства релейной защиты и автоматики; предлагаются специализированные программы для выбора электрооборудования.

Лучшим из представленных докладов признан доклад студента ТПУ Жидова С. С. «Электроснабжение нефтяных месторождений на севере Томской области» (научный руководитель доцент Н. М. Космынина). Интерес вызвали также доклады: аспиранта ТПУ Няшиной Г.С. «Оценка экологических индикаторов сжигания суспензионных угольных топлив с примесью перспективных растительных компонентов» (научный руководитель профессор П.А. Стрижак), студента ТПУ Ткаченко П. П. «газификация промышленных отходов непрерывным лазерным излучением» (научный руководитель профессор П.А. Стрижак). Научный и практический интерес имеет и целый ряд других докладов по данному направлению.

На секции «Геоэкология, охрана и защита окружающей среды» актуальность докладов, выполненных на высоком научном современном уровне, не вызывает сомнений и заключается в решении научных и практических проблем в области геоэкологии, геохимии, биогеохимии, рационального природопользования, охраны и защиты окружающей среды. В представленных докладах отражены разработанные собственно самими авторами новые методики оценки экологического состояния этих территорий, что восполняет пробелы в решении существующей проблемы объективной и полной оценки уровня загрязнения урбанизированных, горнодобывающих и нефтегазодобывающих территорий. Получены новые данные по содержанию тяжёлых металлов в пылеаэрозолях г. Томска и районов Томской области. В некоторых докладах представлены новые данные по содержанию и закономерностям распределения химических элементов в зольном остатке организма человека и свиньи домашней, проживающих в различных ландшафтно-геохимических и техногенно-трансформированных условиях природной среды, что может быть использовано при медико-биологических исследованиях в целях прогнозирования заболеваемости и оздоровления населения. В другой части докладов приведены новые способы снижения техногенного воздействия на объекты окружающей природной среды. Показаны результаты апробации накипи как индикатора качества питьевых вод и взаимосвязи элементного состава солевых отложений и питьевых вод, из которых формируются отложения. В этом году поступило немалое количество докладов,

---

отражающих проблемы воздействия отходов производства горно-обогатительных комбинатов, геоэкологические проблемы в районах отработки месторождений и снижения их негативного влияния. Много уделяется внимания ртутному загрязнению, как высокотоксичного элемента. Также представлены доклады по активно развивающемуся направлению – «зелёной химии»: на примере процессов эпексидирования показаны возможные пути реализации принципов «зелёной химии». Активно рассматриваются вопросы элементного и минерального состава углей различных территорий с целью их эколого-геохимической оценки. Всё вышеизложенное позволяет грамотно разрабатывать рекомендации по природоохранным мероприятиям и рационально использовать природные ресурсы. В процессе исследования геоэкологических проблем, охраны и защиты окружающей среды молодыми учеными использовались такие методы, как метод осколочной f-радиографии, инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА), атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно-связанной плазмой (ISP), методы гамма и альфа-спектроскопии, метод лазерного микроанализа с применением компьютерных методов обработки результатов исследований, рентгено-структурный анализ, катодная люминесценция, биотестирование, потенциометрия, электронная микроскопия, атомная адсорбция, эмиссионная спектроскопия с индуктивно связанной плазмой и др. В работе молодых участников симпозиума широко использован современный уровень применения ГИС-технологий при экологическом сопровождении в процессе освоения и эксплуатации разнообразных месторождений. В научных работах предложены и новые, практически значимые методы в области геоэкологии, радиоэкологии, геохимии, биогеохимии, рационального природопользования, охраны и защиты окружающей среды, в частности, предложено рассмотрение поведения брома, как элемента-индикатора техногенного воздействия на различные среды; рассмотрено использование разработанных программ радиоэкологического мониторинга на различных объектах; проведена оценка влияния отвалов горнодобывающих предприятий на почву; предложена организация работы по разработанной авторами программе радиоэкологического мониторинга в районах нефтегазодобычи. Молодыми учеными были продемонстрированы итоги разработки нового потенциометрического метода с использованием геохимических характеристик биоты при индексации качества природной среды; были предложены оригинальные идеи при переработке отходов производства; новые методологические подходы к разработке сооружений; методы оптимизации составов исходных материалов и технологических режимов при утилизации промышленных химических отходов; моделирование и исследование процессов очистки сточных вод высокоактивными материалами нанотехнологий и использование электрических разрядов как эффективного инструмента очистки природных вод и промышленных стоков; моделирование и изменения условий функционирования биоценоза с помощью УФ- и ИК-излучений, совершенствование электрохимических технологий обезвреживания отходов фармацевтической промышленности, использование усовершенствованного математического аппарата для оценки геотехнической безопасности оползневых территорий и т.д. и т.п. Вся тематика научных экологических докладов на секции проходила по пяти направлениям: 1) общие геоэкологические проблемы территорий; 2) общие экологические проблемы и биотехнологии; 3) эколого-геохимические проблемы; 4) радиоэкология; 5) охрана и инженерная защита окружающей среды. Получены новые данные по содержанию редких, редкоземельных и радиоактивных элементов в пылеаэрозольных выпадениях на территории г. Усть-Каменогорска и г. Павлодара (Республика Казахстан), г. Омска и района Томской области, г. Казани, г. Краноярска, г. Кемерово. В некоторых докладах представлены новые данные, отражающие геохимические особенности почв урбанизированных территорий и зоны расположения полигона ТБО. Особый интерес уделен исследованию поведения такого токсического элемента как ртуть и тяжелых металлов в почвах на территории различных городов России, Казахстана, Вьетнама, Белоруссии. В некоторых докладах представлены новые данные, отражающие геохимические особенности почв урбанизированных территорий и зон расположения полигонов ТБО. Немалое количество докладов освещают проблему загрязнения нефтепродуктами и нефтяными шламами, способы их утилизации. В некоторых докладах получены новые данные об особенностях химического состава озер Томской области и Республики Хакасии. Сообщают и о способах очистки сточных вод от органических соединений, нефтепродуктов. Часть докладов посвящена изучению содержания и особенностей распределения химических элементов в органах и тканях человека, проживающего в различных ландшафтно-геохимических и техногенно-трансформированных условиях природной среды, произведена оценка регионального уровня содержания элементов в волосах по предварительному количеству проб, предложены региональные нормативы по элементному составу волос в Томской области. Был представлен доклад в рамках нового научного направления «Медицинская геология», в котором была доказана экологическая обусловленность заболевания саркоидозом в Томской области, что, несомненно, имеет важное значение при лечении этого заболевания.

Представлены оригинальные данные по активно развивающемуся направлению – дендрохронологии элементного состава и использованию такого рода данных в оценке динамики поступления химических элементов в окружающую среду. Вышеизложенное позволяет грамотно разрабатывать рекомендации по природоохранным мероприятиям и рационально использовать природные ресурсы. Достоверность всех полученных результатов подтверждается значимым количеством проанализированных проб с применением современных методов анализа: инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА), масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS), эмиссионная спектроскопия с индуктивно связанной плазмой, сканирующая электронная микроскопия, рентгеновская дифрактометрия, атомная адсорбция и другие.

Немалое количество докладов освещают проблему загрязнения нефтепродуктами и нефтяными шламами, способы их утилизации. В некоторых докладах получены новые данные об особенностях химического состава озер Томской области и Республики Хакасии и поверхностных вод Горно-Алтайска. Сообщают и о способах очистки сточных вод от органических соединений, нефтепродуктов. Часть докладов посвящена изучению содержания и особенностей распределения химических элементов в органах и тканях человека,

проживающего в различных ландшафтно-геохимических и техногенно-трансформированных условиях природной среды, произведена оценка регионального уровня содержания элементов в волосах по предварительному количеству проб, предложены региональные нормативы по элементному составу волос в Томской области. Был представлен доклад в рамках нового научного направления «медицинская геология», в котором была доказана экологическая обусловленность заболевания саркоидозом в Томской области, что, несомненно, имеет важное значение при лечении этого заболевания.

Касаясь проблемы загрязнения твердыми частицами воздуха, представлены новые данные о состоянии воздушного бассейна в районах расположения крупных нефтеперерабатывающих комплексов различной мощности и с различающейся технологией аспиранткой Инженерной школы природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета Шаховой Т.С.

Научный и практический интерес по данному направлению имеют доклады магистранта ТПУ Скрипник М.И. «Роль биологической жидкости в экологическом мониторинге» и Турсуналиевой Е.М., аспиранта ТПУ «Методические исследования содержания ртути в листьях тополя в городской среде». Интересны доклады Злобиной А.Н., аспиранта ТПУ «Радиоопасность в районах распространения радиоактивных гранитоидов», Гусевой А.С., младшего научного сотрудника Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН (г. Москва) по теме «Применение ГИС-технологий для геоэкологического зонирования (на примере территории Новой Москвы)», Ягничиной А.В., студента ТПУ по теме «Приложение «1С: Охрана окружающей среды» как эффективный инструмент эколога на промышленных предприятиях», Лайхана С.А., магистранта Южно-Уральского государственного университета (г. Челябинск) по теме «Извлечение никеля и железа из отвальных никелевых шлаков хлорсодержащими реагентами», студентов ТПУ Веселовой Ю.С. по теме «Очистка воды от отходов нефтедобывающих комплексов» и Бузанова И.В. по теме «Исследование влияния Семипалатинского испытательного полигона на территорию Егорьевского района Алтайского края», а также магистранта ТПУ Бучельникова В.С. по теме «Динамика поступления пылеаэрозолей в окрестностях Томской ГРЭС-2 по данным послойного анализа снегового покрова» и Левченко А.А., студента Кузбасского государственного технического университета им. Т.Ф. Горбачева (г. Кемерово) по теме «Применение магнитных углеродных нефтесорбентов в условиях обледенения и низких температур».

Научное и практическое значение имеют работы Гонтарева М.В. (Институт геодинамики и геологии ФГБУН ФИЦКИА РАН, г. Архангельск) «Решение геоэкологических задач с применением изотопов радиоуглерода и урана», Фяйзуллиной Р.В. (Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова) «Адсорбционное равновесие в системе «Ртуть (II)-Бентонит», Якубович Е.А. (Томский политехнический университет) «Использование эпифитных мхов для оценки загрязнения окружающей среды ртутью на примере окрестностей г.Томска», Агеевой Е.В, аспиранта ТПУ по теме «Особенности накопления группы редкоземельных элементов в живом веществе», Джамбаева М.Т. (ТПУ) и Брайта Ю.Ю. (НИИ радиационной медицины и экологии, г. Семей) по теме «Минералого-геохимический состав крови человека, проживающего на территориях, прилегающих к бывшему Семипалатинскому ядерному полигону», Мельникович Е.А., студента ТПУ «Геохимические особенности твердой фазы снега в зоне влияния ТЭЦ г. Северска», Рожнова Д.Н. (ТУСУР, г. Томск), Днепровской В.П., Алексеевой М.Н. (Институт химии нефти СО РАН, г. Томск) по теме «Применение данных дистанционного зондирования земли для мониторинга состояния растительного покрова нефтедобывающих территорий Томской области».

Традиционно отмечается активное участие различных вузов России и других стран. Хотелось бы отметить, что доклады представлены не только студентами и аспирантами, а также старшими преподавателями, ассистентами, доцентами, младшими и старшими научными сотрудниками, инженерами-исследователями, инженерами-экологами ведущих научно-исследовательских институтов и предприятий. Научный уровень многих докладов на всех направлениях секции геоэкологии очень высок, некоторые из них отличаются новизной и оригинальностью идей. Рассмотренные результаты лучших научных работ чрезвычайно актуальны, отражают исследования как в области фундаментальных наук, так имеют и важное прикладное значение и при дальнейшей научной разработке могут быть представлены в виде диссертаций на звание магистра и кандидатов наук. Результаты исследований по ряду представленных докладов имеют патенты и лицензии. Авторы научных работ продемонстрировали владение самыми современными методами научных исследований.

На конференции в докладах освещались достижения научных исследований авторов с использованием новейших методов исследований и оригинальных методов интерпретаций; результаты конструкторских разработок и экспериментальных исследований; достижения с использованием новых компьютерных технологий в геоэкологии; аналитические обзоры теоретических и экспериментальных исследований по различным геоэкологическим проблемам и охране окружающей среды. Тематика докладов очень актуальна сегодня, охватывает важнейшие проблемы и новейшие научные достижения.

На секции «Экономика минерального и углеводородного сырья. Природоресурсное право» доклады выполнены на высоком научном современном уровне. Актуальность исследований состоит в решении научных и практических проблем в области экономики минерального сырья, экономики нефтегазовой отрасли и природоресурсного права. Большая часть статей связана со следующими направлениями в области экономических наук и права: 1. Эффективность использования ресурсов производства; 2. Экологический менеджмент; 3. Планирование деятельности организации; 4. Управление персоналом; 5. Финансовый менеджмент; 6. Инвестиции и инновации; 7. Ценообразование; 8. Налогообложение; 9. Природоресурсное право.

Можно отметить современные подходы и интересные научные идеи молодых исследователей. С этой точки зрения интересен доклад магистранта ТПУ Шурлика С.С. «Повышение энергоэффективности нефтегазодобычи».

В некоторых докладах представлены данные по оценке сырьевой базы углеводородов на территории Томской области и Западно-Сибирской нефтяной провинции, масштаб их освоения. Озвучены проблемы организации производственной деятельности: дана управленческая оценка организации производства через аутсорсинг, оптимизации промышленных компаний. Среди представленных докладов наибольший интерес и значимость в современных экономических условиях представляют работы, посвящённые проблемам: повышения ресурсоэффективности отрасли и энергоэффективности экономики России в целом; изучения экономического опыта других государств и развития сотрудничества России в нефтегазовой сфере; совершенствования законодательной базы рационального природопользования и налогообложения недропользователей; поиска и применения нетрадиционных энергоресурсов; повышения эффективности управления финансовой и производственной деятельностью отечественных и зарубежных предприятий-недропользователей.

Научная новизна и оригинальность новых идей в значительной степени представлены в работах магистрантов и молодых учёных, посвящённых: консолидации финансовой отчётности; количественным методам расчёта аварийных ситуаций и страховых взносов на магистральных трубопроводах; реструктуризации рынка редкоземельных элементов; применения мотивационных факторов функционирования кластеров в экономике; оптимизации структуры капитала; расчёта платежей за негативное воздействие на окружающую среду; методики оценки инвесторов в нефтегазовой отрасли и др. В процессе исследований докладчиками были использованы:

□ методы исследований: формально-логические методы, в т.ч. методы классификации и обобщения, индуктивный и дедуктивный методы, конструирование понятий и аргументация; общенаучные методы, в т.ч. наблюдение, эксперимент, измерение и сравнение, анализ и синтез; а также специальные методы, в т.ч. исследование первичных документов, проведение модельного эксперимента, социологические исследования и анкетирование и др.;

□ методики исследований: количественный анализ рисков; экономическая оценка инвестиций; финансовый анализ; экологический мониторинг; технологический аудит; консолидация финансовой отчётности; рейтинговая оценка; оптимизация структуры капитала; расчёт платежей за загрязнение окружающей среды и др.

Лучшим докладом студентов в разделе «Экономика минерального и углеводородного сырья» можно назвать доклад магистранта ТПУ Дегтярева В.А., Пищик А.Д. «Деятельность компании «СахалинЭнерджи» для устойчивого развития Сахалинской области». В исследовании анализируются и предлагаются основные направления совершенствования системы налогообложения в РФ нефтегазовых месторождений континентального шельфа. Выделены основные принципы и критерии стимулирования привлечения капитала в разработку месторождений Арктической зоны. Представлен анализ существующих модели налоговых льгот с целью стимулирования инвестиций в региональной политике. Среди докладов молодых ученых – экономистов выделяются доклады студентов ТПУ Исламовой Н.И. и Исламова Т.И. «Цены на нефть в условиях санкций», Тимошенко Э.И. «Развитие единой государственной системы регистрации прав и кадастрового учета недвижимости», Сазонова А.В. и Ушакова С.В. «Разработка и эксплуатация месторождений нефти и газа в условиях Крайнего Севера. Экономическая целесообразность, проблемы и способы их решений», Гавриловой К.А. «Специальный налоговый режим для трудноизвлекаемых запасов углеводородов на территории России», Вадилова А.Х. и Нимаева Ц.С «Стратегия освоения нефтегазовых ресурсов в российской Арктике»; магистранта ТПУ Верхоунженского В.О. «Стратегическое значение инвестиционных проектов крупных нефтегазовых компаний для экономики страны»; студентов ТПУ Нимаева Ц.С. «Интеллектуальные месторождения в мировой и отечественной практике», Черненко И.К. и Очирова Б.Б. «Анализ деятельности компаний специализирующихся на добыче сланцевых углеводородов (на примере Sanchez Energy Corp.)», Шиловой А.С. «Формирование качества трудовых ресурсов предприятия нефтегазового комплекса», Бирченко Е.А. и Новиковой А.А. «Стратегическое значение территорий опережающего развития для экономики страны», магистрантов ТПУ Кириллиной М.С. «Финансовые риски при добыче нефти и газа в континентальных и шельфовых зонах Арктики»; магистранта ТГУ Парфиновича А.К. «Экономико-правовые механизмы стимулирования недропользования», магистрантов ТПУ Воронько А.А. и Шакирова В.А. «Реорганизация системы управления нефтяными компаниями в условиях диверсификации рынка». Научный и практический интерес представляют и другие доклады по данному направлению.

В подсекции «Природоресурсное право» особое внимание уделено обсуждению правового регулирования отношений в сфере недропользования. В частности, доклад профессора, доктора юридических наук, Е.С. Болтановой касался проблем правового регулирования использования подземного пространства городов, в том числе как связанных, так и не связанных с извлечением полезных ископаемых. Также затрагивались такие темы как недропользование в пределах особо охраняемых природных территорий, использование земельных сервитутов для доступа к участку недр; имущественные режимы объектов в сфере добычи углеводородов; договорные отношения между государством и недропользователями, недропользователями и иными лицами; юридическая ответственность за нарушения в сфере недропользования; охрана окружающей среды в РФ, правовое обеспечение экологической и промышленной безопасности горных работ, а также сравнение соотношений прав на земельный участок и на добычу полезных ископаемых по законодательству России и других стран. Доклад молодого ученого, вызывающий особый интерес – доклад соискателя Юридического института Национального исследовательского Томского государственного университета Митулинской Я.А. на тему «К вопросу о взаимосвязях единой системы газоснабжения с правом пользования недрами». Автором проведен комплексный анализ положений действующего законодательства, в том числе специального, выявлены противоречия в подходах различных отраслей права к терминологии в отношении имущества, обеспечивающего процесс недропользования. Установлена взаимосвязь между материальными и нематериальными результатами деятельности пользователя недр. По результатам автор делает

вывод, что единая система газоснабжения представлена не только материальными объектами, но и объектами нематериальными. Среди студенческих докладов выделяется доклад магистранта ТГУ Парфиновича А.К. «Экономико-правовые механизмы стимулирования недропользования». Интересны и другие доклады по направлению «Экономика минерального и углеводородного сырья. природоресурсное право».

Главными рабочими языками на симпозиуме были русский, английский и немецкий. Поскольку часть докладов участниками делалась на английском и немецком языках, то для них работала специальная секция – «Геология и нефтегазовое дело» с двумя подсекциями, на которой было представлено 68 докладов. Участники симпозиума представили доклады на актуальные темы в области геологии и нефтегазодобычи, доложив результаты своих персональных исследований, а также дали информацию по новейшим технологиям в нефтегазовом деле, полученную при изучении научной англоязычной литературы и литературы на немецком языке. Помимо российских участников с докладами выступили представители зарубежья – из Индонезии, Вьетнама, Франции, Германии, Англии, Китая.

В составе конкурсной комиссии секции присутствовали специалисты и профессионалы, свободно владеющие английским и немецким языками. Они отметили, что лучшие доклады содержат результаты теоретических и экспериментальных исследований эффективности применения новых методов и технологий, разработанных пакетов программного обеспечения и технологий, необходимость которых определяется спецификой объектов или стадий процессов, подвергающихся анализу.

Некоторые доклады носят фундаментальный научный характер, являются результатом кропотливой работы с образцами пород и окаменелостей, исследования данных, значимых для палеонтологин, ряд работ имеют прикладной характер. Представлены разработки в сфере трубопроводного транспорта, позволяющие повысить надежность конструкций, представлен сравнительный анализ спецификаций по сооружениям подобного типа в России и Канаде.

Доклады молодежи, представленные на иностранных языках, затрагивают научные и практические проблемы нефтегазового комплекса и представляют результаты авторских исследований в области геологии, геоэкологии, гидрогеологии, геохимии, биогеохимии, охраны и защиты окружающей среды с использованием новейших методов. Материалы многих докладов направлены на решение геологических проблем не только в разных регионах России (Восточная и Западная Сибирь, Дальний Восток и др.), но и в других странах (Китай, Казахстан). В докладах также затронуты вопросы экологической обстановки и экономической оценки работ в нефтегазовой области. Кроме того, представлены доклады, позволяющие узнать перспективу сотрудничества российских нефтегазодобывающих компаний с партнерами из других стран. В некоторых докладах рассмотрены проблемы экологии в связи с процессами нефтепереработки и предложены новые на современном уровне способы снижения техногенного воздействия объектов химической переработки углеводородного сырья на окружающую среду. Многие доклады носят фундаментальный характер, являются итогом многолетней кропотливой работы с образцами горных пород и полученными в результате исследований с применением нейтронно-активационного анализа, электронной микроскопии, потенциометрии и других современных методов. Лучшим докладом на секции признан доклад Котцовой А.К. (Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина, г. Москва) на тему «Study of quartz dissolution kinetics in fluorine-containing dry acid mixtures». В докладе автора предпринимается попытка сфокусировать внимание на том, на современном этапе большинство месторождений находятся на последней стадии разработки и производительность скважин снижается. Это связано как с истощением месторождений, так и со снижением эффективности скважин из-за закупоривания призабойной зоны скважины. Для восстановления изначальной проницаемости применяется кислотная обработка. Рассмотрено это на кварцевых песчаниках, терригенный материал которых на 70-80% состоит из кварца. Поэтому основной задачей для создания кислотной обработки является изучение реакций между кварцем и различными кислотами. По результатам многочисленных экспериментов автор приходит к выводу, что из всех фторсодержащих кислот самым активным является 5%-ый раствор гидрофторида аммония. В работе представлены планы дальнейших исследований с возможностью использования кварцевого стекла в системе кислотной обработки. Автор статьи указывает на то, что планирует изучить реакции глины и их смесей с кварцем с «сухими кислотами». Интересен также доклад Гайамфи-Ибоа Эбинизер, магистранта ТПУ на тему «Pipeline transportation of liquefied gas using polymer based anti-turbulent additives». В докладе автор указывает на то, что смесь углеводородов (бензин и керосин) при нормальных условиях находится в жидком агрегатном состоянии, поэтому гидродинамические закономерности их перекачки по трубопроводам как без полимерных добавок, так и с добавками хорошо изучены, и они типичны для жидких сред. В настоящее время бурно развиваются технологии сжижения природного газа для его транспортировки в жидком состоянии по трубопроводам и в танкерах. Для снижения энергетических затрат на перекачку сжиженного природного газа и для уменьшения просто танкеров в процессе загрузки и выгрузки продукцией автором статьи впервые проведены лабораторные исследования влияния нефтерастворимого полимера (полигексен) на скорость течения реакции сжиженной пропан-бутановой смеси и рассчитана величина эффекта снижения гидродинамического сопротивления. Эксперименты с растворами сжиженного природного газа, содержащими разное количество растворенного полигексена, были проведены на герметичном лабораторном стенде при комнатной температуре и повышенном давлении. В результате проведенного эксперимента было установлено, что для достижения максимального эффекта достаточна следующая концентрация полимера – СОПТ = 100 г/м<sup>3</sup>. Таким образом, автор статьи приходит к выводу, что для интенсификации перекачки сжиженного природного газа также можно использовать противотурбулентные присадки на основе высокомолекулярных нефтерастворимых полимеров. Интерес представляют и другие доклады молодых исследователей в данной секции.

Доклады в подсекции «Проблемы межъязыковой профессиональной коммуникации в условиях глобализации» рассматривают актуальное для настоящего времени явление глобализации и ее влияние на

---

специфику профессионального общения, без которого невозможно международное сотрудничество и научное развитие. Проблематика докладов затрагивает различные стороны межъязыкового взаимодействия, являющегося следствием глобализации, обращая внимание на особенности этого процесса в аспекте межкультурной коммуникации, современного и конкурентоспособного образования, а также профессионально-ориентированного обучения. В фокусе исследований оказываются вопросы многонационального общения в рамках политики открытости и вхождения в мировую образовательную среду в техническом вузе и проблемы толерантности, академической мобильности. Английский язык на современном этапе выполняет функцию основного средства межъязыкового общения, в том числе, в профессиональной и научной сферах, современные подходы, позволяющие овладеть этим средством, также являются предметом анализа многих докладов. Межъязыковая коммуникация приводит к столкновению разных культур; специфика, различия и точки соприкосновения разных языков также вызывают интерес и рассматриваются в докладах. Особенности функционирования английского языка и реализации профессионального общения в сфере геологии, горного и нефтегазового дела, освещенные в ряде работ, имеют особую актуальность в логике образовательных и воспитательных задач Инженерной школы природных ресурсов и Томского политехнического университета, основной целью которых является формирование профессиональной личности специалиста, способного грамотно осуществлять профессиональное и научное сотрудничество и достойно представлять инженерное сообщество в пределах России и на международном уровне.

В процессе работы симпозиума на секциях использовались современные технические средства демонстрации научных работ: мультимедийный проектор, компьютерный проектор, ноутбук, графопроектор, программа для презентаций «Microsoft PowerPoint», оверхед, проектор «Полилюкс», демонстрационное средство «Лектор 2000», видеопроекторы, диапроекторы, проектор Nec 595VT, оптические преобразователи в режиме Power Point, интерактивная доска Hitachi, видео-стена 3-D визуализации, плазменный экран, а также использовались для демонстрации самые последние версии популярного пакета программ MS Office, Corel Draw, Arc View, MapInfo и других новейших программных средств. Некоторые доклады сопровождалось показом фильмов собственного производства.

Учитывая финансовые трудности в стране, редакционная коллегия, в целях поддержки научной молодежи, как правило, публикует материалы большинства представленных докладов. Критерием отбора служит лишь содержание докладов, их научная новизна, практическая значимость и возраст авторов. Редакционная коллегия симпозиума надеется, что публикуемые материалы позволят заинтересованным читателям получить представление об уровне научных исследований в области геологии и освоения недр, выполняемых молодыми учеными, и использовать предложенные молодыми авторами идеи и разработки в своей научной и производственной деятельности. Кроме того, публикация трудов каждой секции и пленарных заседаний открывается проблемным докладом ведущих ученых и специалистов научного направления каждой конкретной секции. Редакционная коллегия считает, что опубликованные доклады ведущих ученых будут полезны и интересны студентам, магистрантам, аспирантам, молодым ученым и специалистам, проводящим исследования в данных научных направлениях.

Редакционная коллегия симпозиума выражает благодарность администрации Национального исследовательского Томского политехнического университета (ректор ТПУ, профессор П.С. Чубик), руководству Инженерной школы природных ресурсов ТПУ (директор ИШПР ТПУ А.С. Боев), финансовая поддержка которых способствовала проведению симпозиума и публикации данного сборника.

Ученый секретарь XXII симпозиума, доцент, кандидат геол.-мин.наук – Г.М. Иванова

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

**ВКЛАД ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ШКОЛЫ ТОМСКОГО  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА В РАЗВИТИЕ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ  
РОССИИ И ЗАРУБЕЖЬЯ**

**П.С. Чубик, профессор, ректор**

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

В первой трети XX века в Томском технологическом институте (ныне – Томский политехнический университет) выдающимися русскими и советскими учеными-геологами, академиками В.А.Обручевым и М.А.Усовым, их учениками и последователями была создана Томская (Сибирская) горно-геологическая школа, представители которой сыграли значительную роль в развитии горно-геологической науки и горно-геологического образования, открытии, изучении и освоении запасов минерально-сырьевых ресурсов на обширнейших территориях Сибири, Дальнего Востока и Средней Азии.

В 2018 году исполняется 110 лет первому выпуску горных инженеров Томского технологического института (ТТИ) и 100-летию создания Сибирского геологического комитета (Сибгеолкома) – первого государственного органа по организации и координации геологических работ на территории Сибири, в работе которого самое активное участие принимали сотрудники и выпускники ТТИ.

Создание горного отделения в составе основанного в 1896 г. Томского технологического института изначально не планировалось. Предполагалось открыть институт в составе двух отделений: механического и химического. В январе 1899 г. первым директором строящегося Томского технологического института был назначен харьковский профессор химии Е.Л. Зубашев, ученик Д.И. Менделеева. Ознакомившись на месте с техническими и промышленными условиями и потребностями Сибири Ефим Лукьянович разработал новый учебный план, в котором институт был спроектирован по типу политехнического вуза и состоял уже из четырех отделений: к механическому и химическому добавлялись инженерно-строительное и горное. В своей объяснительной записке к учебному плану, направленной министру народного просвещения России, Е.Л. Зубашев писал: «Горное отделение является совершенно естественным дополнением, так как горное дело в Сибири всегда было развито в большей или меньшей степени, главным образом, в смысле добывания различных металлов, в последнее же время развивается каменноугольная промышленность...».

При обсуждении предложенного Е.Л. Зубашевым проекта в мае 1900 г. мнения внутри Государственного Совета разделились: десять его членов высказались за структуру института в составе двух отделений, двенадцать – согласились на увеличение количества отделений, но из них лишь пятеро твердо поддержали открытие в ТТИ горного отделения. Решающую роль в положительном решении вопроса об открытии горного отделения в Томском технологическом институте сыграл министр финансов С.Ю. Витте, который пообещал выделить дополнительные ассигнования на создание двух дополнительных отделений в ТТИ.

Создание в 1901 г. горного отделения в структуре новообразованного Томского технологического института стало важным шагом по развитию горно-геологического образования и горно-геологической науки в стране. Впервые база подготовки высококвалифицированных специалистов в области горного дела и геологии была максимально приближена к территориям, для изучения и освоения которых эти специалисты предназначались.

Первым деканом горного отделения и ординарным профессором по кафедре геологии был назначен известный русский геолог и путешественник Владимир Афанасьевич Обручев. 38-летний В.А. Обручев был участником экспедиций по Средней и Центральной Азии под руководством И.В. Мушкетова и Г.Н. Потанина, работал штатным геологом Иркутского геологического управления.

С первых дней пребывания в Томском технологическом институте В.А. Обручев с присущими ему основательностью приступил к организации учебной и научной работы на горном отделении. Он составил записку-задание на проектирование горного корпуса института (строительство завершено в 1905 г.), интенсивно занимался формированием библиотеки и коллекций геологического, минералогического и палеонтологического музеев, составил учебные планы отделения, осуществлял подбор кадров для открывающихся кафедр горно-геологического цикла. По его приглашению в Томск приехали молодые перспективные ученые и преподаватели Л.Л. Тове, П.К. Соболевский, С.Ю.Доборожинский, М.Э. Янишевский, В.Я. Мостович, Н.П. Чижевский, А.В. Лавровский, П.П.Гудков, Д.В. Фрост, В.Д. Рязанов и др.



*Рис. 1 Пётр Савельевич Чубик*

---

Постановка учебного и исследовательского процессов в горном отделении ТТИ имела ряд особенностей. В.А. Обручев особое внимание уделял геологической специальности и основным разделам геологии: петрографии, палеонтологии, динамической (физической) геологии. Как декан горного отделения он сформулировал и внедрил основные направления подготовки будущих геологов. На старших курсах была введена узкая специализация по рудничной, геолого-разведочной, маркшейдерской и металлургической специальностям. При этом разведочная специальность была создана впервые в стране. Студенты на двух последних курсах готовили дипломный проект, который содержал план разведки конкретного месторождения полезных ископаемых. В план обучения была включена месячная геологическая практика, которой руководил сам Обручев и его ассистенты. С 1903 г. В.А. Обручев вел активную преподавательскую деятельность, читал курсы по физической геологии, петрографии, практической геологии. Впервые в истории русской высшей школы В.А. Обручев ввел разработанный им курс полевой геологии.

В 1908 г. из стен ТТИ был осуществлен выпуск первых сибирских горных инженеров в количестве 20 человек, из них 9 по горнозаводской специальности, 5 – по рудничной, 6 – по разведочно-геологической.

Большое значение В.А. Обручев придавал организации научной работы по изучению геологического строения Сибири и сопредельных с нею территорий, а также практической деятельности по исследованию месторождений полезных ископаемых, к которой привлекались не только профессора и сотрудники, но и студенты ТТИ. Сам В.А. Обручев совершил три научные экспедиции для геологического изучения территории Пограничной Джунгарии (1905, 1906 и 1909 гг.), участвовал в обследовании золоторудных приисков и рудников на юге и востоке Сибири. Материалы, собранные В.А. Обручевым за время работы в Сибири, стали основой для создания фундаментального труда – «Геологии Сибири» в 3-х томах, который называют геологической энциклопедией Сибири и настольной книгой всякого геолога, занимающегося изучением Сибири.

Владимиру Афанасьевичу Обручеву по праву принадлежит почетное звание основоположника горно-геологической науки в Сибири. После вынужденного отъезда из Томска в 1912 г. он оставил научные заделы по многим направлениям геологии и плеяду преемников, которые продолжили его дело.

После ухода В.А. Обручева руководство кафедрой геологии принял на себя его ученик, профессор П.П. Гудков. В 1918 году П.П. Гудков выступил инициатором создания особого геологического учреждения для планомерного изучения геологического строения и минерально-сырьевых ресурсов Сибири – Сибирского геологического комитета (Сибгеолкома). Штаты и положение о Сибгеолкоме были утверждены Верховным правителем России А.В. Колчаком в декабре 1918 г. Возглавил учреждение сам П.П. Гудков, а костяк его сотрудников составили сотрудники и выпускники Томского технологического института: М.А. Усов, А.В. Лаврский, Н.С. Пенн, М.К. Коровин, Б.Л. Степанов, А.М. Кузьмин, К.Е. Габуния, Н.Н. Урванцев и др.

Сибгеолком сыграл большую роль в геологических исследованиях и развитии производительных сил Сибири в 20-е годы. В 1919 г., в самый разгар гражданской войны, по его программам работали 11 экспедиционных отрядов. В 1920 г. руководителем Сибгеолкома (с 1920 г. – Сибирского отделения Геологического комитета РСФСР, с 1927 г. – Западно-Сибирского отделения Всесоюзного геолкома) стал профессор ТТИ М.А. Усов.

В 1920-1930 гг. практически все основные геологические работы в Сибири и Северном Казахстане проектировались и выполнялись под руководством М.А. Усова. Он возглавлял геологическую службу Тельбесбюро, созданного в 1926 г. с целью подготовки минерально-сырьевой базы для Кузнецкого металлургического комбината (КМК), организовал и возглавил поисково-разведочные работы в Горной Шории, других регионах Сибири.

Во второй половине 20-х гг. сотрудники Сибгеолкома и Томского (с 1925 г. – Сибирского) Технологического института провели масштабные работы по разведке и подготовке к освоению минерально-сырьевой базы КМК. Профессор Ф.М. Галахов осуществил магнитометрические работы на железорудных объектах, профессор А.М. Кузьмин подготовил к освоению по заказу металлургического производства Калтановское и Салаирское месторождения огнеупорных глин, месторождения флюсовых известняков. Профессором В.И. Мостовичем, совместно с преподавателями Ф.А. Бельшевым и В.А. Агреновым выполнялись специальные лабораторные исследования руд, углей, огнеупорных глин и минеральных вод. Профессор Ф.Н. Шахов изучал минералогию железных руд Тельбесского и Абаканского районов, марганцевых руд Мазульского месторождения. Профессор М.И. Кучин консультировал Кузнецкстрой по гидрогеологическим вопросам, решал проблемы инженерной геологии и водоснабжения при строительстве металлургического комбината. Профессор Д.А. Стрельников и будущий академик Л.Д. Шевяков стали руководителями проектов шахт Тельбесбюро.

Как отмечал академик В.А. Обручев, двадцатилетие геологической истории изучения минерально-сырьевых ресурсов Сибири, в течение которого во главе геологоразведочных сил находился М.А. Усов, «с полным правом должно быть названо «Усовским периодом», так как руководство М.А. Усова и личное участие его в исследованиях обусловили прекрасные результаты последних как в теоретическом, так и в практическом отношении».

Возвращенная и воспитанная М.А. Усовым группа молодых выпускников Томского технологического института, специализирующихся в различных областях геологии, действительно, представляет собой замечательную плеяду ярких представителей Сибирской горно-геологической школы. Среди них – будущие профессора, академики и члены-корреспонденты АН СССР М.К. Коровин, Н.Н. Урванцев, В.А. Хахлов, К.В. Радугин, Л.Л. Халфин, А.Г. Сивов, И.К. Баженов, А.М. Кузьмин, Ф.Н. Шахов, К.И. Сатпаев, Ю.А. Кузнецов, В.А. Кузнецов, А.С. Хоментовский, Г.А. Хельквист, А.Я. Бульничков, М.И. Кучин и др.

Ученики В.А. Обручева и М.А. Усова, последующие поколения воспитанников Сибирской горно-геологической школы внесли значительный вклад в освоение минерально-сырьевой базы страны и ближнего

зарубежья. За более чем столетний период в число первооткрывателей месторождений полезных ископаемых на территории России и ближнего зарубежья вошли 567 представителей Сибирской горно-геологической школы, среди которых 464 – выпускники Томского политехнического университета.

Среди уникальных месторождений полезных ископаемых Сибири особое место занимает Норильское медно-никелевое месторождение, руды которого попутно содержат кобальт, золото, серебро и платиноиды. Сегодня этот рудный район, открытый выпускником ТТИ Н.Н. Урванцевым, включает в себя месторождения Норильск-I, Норильск-II, Талнахское, Октябрьское и др.

Выпускником ТТИ 1926 г. К.И. Сатпаевым, который впоследствии стал академиком АН СССР и первым президентом Академии наук Казахстана, лауреатом Ленинской и Государственной премий, разведано и освоено крупнейшее в мире Джезказганское меднорудное месторождение. Кроме того, им разработана методологическая основа и составлена не имеющая аналогов прогнозная металлогеническая карта Центрального Казахстана, позволившая открыть более 330 месторождений черных, цветных и редких металлов, ныне составляющих основу экономики и производственной сферы Казахстана.

За открытие и разведку в Красноярском крае крупного Горевского полиметаллического месторождения Ленинской премии (1967) удостоены выпускники ТПИ Ю.Н. Глазырин, Е.И. Врублевич и Герой социалистического труда А.Т. Стеблева.

Основой для развития металлургического производства в Кузбассе послужили открытые под руководством профессоров ТТИ М.А. Усова и А.М. Кузьмина месторождения железной руды, кварцитов, огнеупорных глин, формовочного песка и другого сырья. Большой вклад представители Сибирской (Томской) горно-геологической школы сделали в развитие сырьевой базы угольной промышленности страны.

Самое непосредственное участие принимали питомцы Томской горно-геологической школы в открытии крупнейших месторождений нефти и газа в Западной Сибири. За научное обоснование перспектив нефтегазоносности Западно-Сибирской низменности и открытие первого в этой провинции Березовского газоносного района лауреатами Ленинской премии 1964 г. наряду с другими стали выпускники ТТИ, профессора М.К. Коровин (посмертно) и В.П. Казаринов. За открытие уникальных месторождений нефти, газа и газоконденсата в Западной Сибири, в том числе Самотлорского и Ямбургского, Ленинской премии 1970 г. удостоен выпускник ТПИ Г.П. Богомяков, Государственных премий СССР – А.М. Брехунцов, Е.А. Тепляков, М.П. Глушнев.

За 110 лет, прошедших после первого выпуска сибирских горных инженеров в Томском технологическом институте, вуз подготовил свыше 20 тыс. специалистов в области геологии и горного дела. 30 питомцев горного и геологоразведочного факультетов стали академиками и членами-корреспондентами АН СССР, РАН, национальных академий республик Союза ССР и СНГ, 23 человека получили высокое звание Героя социалистического труда, около 70 стали лауреатами Ленинской, Государственной премий, премий Правительства и Президента РФ, более 170 человек - профессорами и докторами наук, свыше 1000 – кандидатами наук.

Горжусь тем, что мне выпала честь дважды в своей жизни фактически возглавлять Томскую горно-геологическую школу, быть 21-м и 23-м после В.А. Обручева деканом геолого-разведочного факультета Томского политехнического университета. Традиции, заложенные основателями этой школы, продолжают и сегодня. В настоящее время в Томском политехническом университете ведется подготовка специалистов по направлениям «Прикладная геология», «Технологии геологической разведки», «Горное дело», магистров по направлению «Геология». В рамках программы Double-Degree (двойной диплом) совместно с университетом Heriot-Watt (г. Эдинбург, Великобритания) ведется подготовка магистров по профилю «Геолого-геофизические проблемы освоения месторождения нефти и газа».

## О РОЛИ М.А. УСОВА В СТАНОВЛЕНИИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СИБИРИ

В.П. Парначев

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

Выдающийся учёный-геолог, организатор геологической службы Сибири, талантливый педагог-воспитатель, один из основателей сибирской (томской) геологической школы академик М.А.Усов (08.02.1883-26.07.1939) оставил яркий след в просветительской и интеллектуальной жизни не только города Томска и Сибири, но и всей России.

В многогранной деятельности М.А.Усова выделяется несколько направлений: 1) совершенствование учебного процесса в вузах и подготовка научных кадров для вузов и производственных организаций; 2) организационное - создание геологической службы в Сибири; 3) научное, связанное с изучением и обобщением материалов по геологии и полезным ископаемым Сибири.

Его жизни и деятельности посвящены многочисленные статьи и монографии, написанные его учениками и последователями [1-10 и др.], где рассматриваются и оцениваются роль этой неординарной личности в становлении геологического образования и геологической службы в Сибири.

М.А.Усов родился (20) 8 февраля 1883 года в г. Каинске Томской губернии (ныне г.Куйбышев Новосибирской области) в семье торгового служащего. После начального образования по совету учителя, высоко ценившего способности своего ученика, юноша был направлен на учёбу в Омскую классическую гимназию. Директор гимназии в характеристике, выданной М.А.Усову для поступления на Горное отделение Томского технологического института (ТТИ), писал: «Усов Михаил, 17 лет, сын мещанина, из семьи небогатой. Выдающиеся способности, любовь к усидчивому труду и отличное поведение .... Усов участвовал в хоре, был хорошим чтецом на литературных вечерах, недурным скрипачом. Усов будет прекрасный студент...».

В 1901 году М.А.Усов с золотой медалью окончил гимназию и поступил в Томский технологический институт. Он был одним из первых студентов Горного отделения и своим трудолюбием, и способностями обратил на себя внимание декана Горного отделения профессора В.А.Обручева. Профессор пригласил Михаила к себе домой и познакомил с семьёй. Это общение с семьёй В.А.Обручева оказало огромное влияние на М.А.Усова: позволило пользоваться прекрасной библиотекой профессора, что расширяло его кругозор, совершенствовать знания языков, так как члены семьи владели и общались на многих иностранных языках.

В лице Владимира Афанасьевича Обручева М.А.Усов нашёл не только учителя и научного руководителя, но и заботливого наставника, который неоднократно поддерживал его в трудные минуты. Всю оставшуюся жизнь М.А.Усов через письма постоянно поддерживал связь с Владимиром Афанасьевичем.

М.А.Усов окончил Горное отделение ТТИ весной 1908 года (в связи с перерывом учебных занятий революционными событиями 1905-06 г.г.) со званием горного инженера. Ещё студентом летом 1906 года М.А.Усов сопровождает В.А.Обручева в экспедиции в Пограничную Джунгарию, а в 1908 году помогает Учителю проводить летнюю полевую геологическую практику в окрестностях г.Красноярска. После окончания вуза М.А.Усов был оставлен в ТТИ профессорским стипендиатом (аспирантом) по кафедре геологии. Под руководством В.А.Обручева Михаилом Антоновичем были составлены таблицы для кристаллооптического определения породообразующих минералов, которые пользовались большим спросом не только у студентов, но и геологов научных и производственных организаций.

В 1911 году М.А.Усов был командирован в Петербургский горный институт к академику Ф.Ю.Левинсон-Лессингу «для усовершенствования в области применения физикохимии и петрографии». Здесь Михаил Антонович прошёл отличную петрографическую школу, осознал необходимость привлечения в геологию методов точных наук. В качестве отчёта о командировке явилась его статья «Законы физикохимии в применении к петрографии», опубликованная в «Журнале Общества сибирских инженеров» в 1913 году. Уже в этой статье были высказаны мысли, не потерявшие актуальность и в наши дни. «... что всякий геолог прежде всего должен быть петрографом». Этот подход несколько позже проявился при описании Томского метеорита (Известия ТТИ, 1918. Т. 40. Вып. 2. С. 1-19), где в виде петрографического этюда проведено тщательное описание «небесного» камня, которое может служить эталоном и в наши дни.

М.А.Усов в конце 1912 года становится преподавателем Томского технологического института на кафедре палеонтологии и исторической геологии. Одновременно он читает лекции в Томске на Сибирских высших женских курсах. В 1913 году ему пришлось сдавать магистерские экзамены в Киевском университете, а защищать диссертацию на степень магистра геологии и геогнозии в Харьковском университете. После защиты его избирают на ординарную профессорскую должность в Екатеринославском горном институте, но М.А.Усов отказывается от предложения и возвращается в Томский технологический институт на место экстраординарного (сверхштатного) профессора кафедры палеонтологии и исторической геологии. Через год после защиты магистерской диссертации он избирается профессором кафедры, становится её заведующим и остаётся на этой должности 8 лет. Все эти годы он читал лекционные курсы по исторической геологии, геологии каустобиолитов, которые позже публикуются в виде учебников («Историческая геология» Томск, 1914. 174 с.; «Геология каустобиолитов (уголь, нефть, графит, алмаз)» Томск, 1920. 154 с.)

В 1921 М.А.Усов переходит на кафедру общей геологии, петрологии и прикладной минералогии, оставляя прежнюю кафедру двум профессорам – М.К.Коровину и В.А.Хахлову. На новом месте он разрабатывает и читает лекции по рудным месторождениям, которые впоследствии публикуются в виде учебника (перездан три раза). Его ученики Н.Н.Горностаев и Ф.Н.Шахов становятся профессорами и в 1930 году возглавляют новые кафедры, а их Учитель - вновь созданную кафедру общей геологии, которой руководит до 1938 года. Здесь М.А.Усов читает лекции по общей геологии, публикует очередные учебники «Элементы

геоморфологии и геологии рыхлых отложений», «Структурная геология», «Введение в геологию». Оставляя кафедру в 1938 году, он передаёт её в руки своего ученика – профессора К.В.Радугина.

Параллельно с основной работой в ТТИ, М.А.Усов преподавал с 1912 по 1917 год на Сибирских высших женских курсах. А с 1917 по 1928 год – в Томском университете.

Кроме учебной деятельности, М.А.Усов ведёт в Томском технологическом институте большую административную работу: с 1916 года является секретарём Совета ТТИ, с 1917 по 1920 – деканом горного факультета, а с 1922 по 1926 год – членом Правления и проректором ТТИ по учебной работе.

С самого начала своей преподавательской деятельности М.А.Усов углублённо занимается методической работой. В 1916 году он публикует «Опыт разработки оснований построения и выполнения учебного плана русских высших технических школ на примере Томского технологического института» (32 с.), где утверждает, что пункт Устава ТТИ, в котором записано, что он есть «учёно-учебное учреждение» на данный момент времени не отвечает истинному положению вещей. «Учебно-административные функции отнимают у педагогического персонала слишком много времени, так что чистой научной работой ... некогда заниматься». И далее «Если постоянно упражнять память, то это может привести к феноменальным результатам. Однако жизнь требует не только запоминания и заучивания, но и прочности в этом процессе. Отсюда следует, что необходимо рационализировать весь комплекс сведений, поступающих от преподавателя к слушателям, освободить учебные программы от «потопа материала, ... фатально обречённого на исчезновение». Анкетирование за границей показало, что выпускники школ забывают до 90% того, чему их учили. «И несмотря на это, преподаватели все стремятся раздуть свои предметы, соперничая в представлении - как можно – более «широких» программ».

М.А.Усов высказывается за устное преподавание: «Восприятие интеллектуальных ценностей происходит вообще легко на почве эмоциональной вибрации, при условии проявления со стороны лектора известного научного чувства.... Лекционный способ является квинтэссенцией высшего образования».

Поднимает вопрос о времени, отведенного на занятия. «Прочность усвоения всякого рода знаний прежде всего есть прямая функция времени». В России для высших технических заведений принят в среднем пятилетний курс, исходя из чего составляются учебные программы. М.А.Усов приводит список предметов, обязательных для студентов Горного отделения и показывает, что хорошо освоить их невозможно. Для этого придётся увеличить рабочий день студента до 12-13 часов. Немыслимо успевать повторять пройденный материал, выполнять все лабораторные и курсовые работы, прочитать основные рекомендуемые учебники. И, как пример, приводит руководство по физической геологии И.В.Мушкетова, в котором более полутора тысяч страниц. «Таким образом, физически невозможно выполнить учебный план Горного и других отделений, рассчитанный на пять лет». И автор задаёт вполне логичный вопрос: «Зачем учить, чтобы забыть и не приобрести навыков логического мышления...».

Необходима перестройка, которая должна осуществляться путём совершенствования учебных планов, изъятия лишних дисциплин, сокращения до оптимального минимума главных предметов. В этом процессе должны принимать участие и студенты: надо выяснять их мнения путём анкетирования, причём не одноразового, а проводимого регулярно. Изменение и совершенствование учебных планов и программ необходимо и для нормальной деятельности профессорско-преподавательского состава. Автор предлагает ввести в программы вуза общеобразовательные предметы, ибо «наши студенты, заваленные текущей работой ... в большинстве случаев, утрачивают способность правильно излагать свои мысли и грамотно писать. Во всяком случае следует ... ввести курс русского языка и словесности».

Специфика педагогической деятельности М.А.Усова заключалась в особых требованиях послереволюционного времени, когда в аудитории высших учебных заведений пришло новое поколение, хлынул поток беднейших сословий, которые прежде не достигали дверей высших учебных заведений. Требовалось перестроить процесс обучения, сделать его эффективным для сотен молодых людей, плохо подготовленных для занятий в высшей школе. В Институте была продумана и осуществлена параллельная система практических занятий, когда студенты, прослушав теорию, следом приступали к урокам в составе небольших групп и осмысливали материал лекций на конкретных примерах.

М.А.Усов с пониманием относился к революционной молодёжи 20-ых годов, требующих перемен, радикальной ломки процесса обучения. С иронией он успокаивал пылких реформаторов, требовавших введения предметной, комплексной или так называемой «американской кооперативной» системы. Понимать и запоминать – от этих неперемных условий обучения никакая система не освобождает, считал он.

Михаил Антонович был очень чутким человеком по отношению к «новым» студентам. Уважительно относился к сотрудникам независимо от звания и занимаемого положения. В отчётах Геолкома, которые он редактировал, указывал не только фамилии, но и имя и отчество тех, кто выполнял работу – от старших геологов до машинисток, топографов, препараторов и т.д.

В докладе об учебной деятельности в 1925 году на юбилее Томского технологического института М.А.Усов отмечал, что на данный момент нет нормальных учебников, «отвечающих современному состоянию науки и техники». И далее: «Пора признать, что подготовка учебников и учебных пособий - один из видов научно-исследовательской работы».

Особое внимание М.А.Усов уделял производственным практикам. «Наиболее желательными формами связи ВТУЗов с производством намечается хорошо поставленная производственная практика студентов, вкрапливание производственных тем в учебную работу ВТУЗов, организация повторительных курсов (повышение квалификации – В.П.) для инженеров, а также общественных лекций и выставок, конкурсная и консультационная работа педагогического персонала». Недостаточность геологических кадров в Сибири решалась путём привлечения к практической работе студентов, темы дипломных работ которых также связывались с практической деятельностью в производственных организациях.

---

Высокие достижения М.А.Усова в методической работе и практике подготовки кадров в Томском технологическом институте послужили основанием для его назначения Председателем Комиссии по разработке учебных планов и программ высших геологоразведочных учебных заведений.

В 1938 году на Всесоюзном совещании работников высшей школы М.А.Усов назван «отличником учёбы СССР», а руководимая им кафедра общей геологии, многие годы занимавшая первое место в ТТИ, квалифицируется как «образцовая кафедра Союза».

В своём конспекте доклада «Методы преподавания и характер отдельных видов занятий» и «Работа с дипломантами» М.А.Усов одним из важнейших условий успешной лекционной работы считал сообщения о результатах собственных исследований. При этом рекомендовал использовать в лекции не только данные русской и иностранной литературы, но и подкреплять их результатами собственных научно-исследовательских разработок. Лекции необходимо разбивать на части по 10-15 минут, обязательно фиксировать главные положения и выводы, диктуя их или записывая на доске. Рекомендуется широко использовать так называемые академические консультации, когда любой студент в определённые часы может прийти к преподавателю и обсудить с ним какую-либо теоретическую проблему. Он считал, что сообщение знаний студентам является лишь частью педагогического процесса, полностью этот процесс включает ещё и обучение навыкам работы, культуре мышления, нравственным ценностям, этическим нормам.

Значительный след в становлении геологического образования оставил М.А.Усов и в Томском государственном университете. Здесь с 1 октября 1917 по 1928 год он читал на естественном отделении физико-математического факультета курсы лекций по геологии, палеонтологии, исторической геологии, вёл специальный курс «Точные петрографические методы». В это же время (1919-1920, 1922) заведовал геологическим кабинетом, был членом Гео-минералогической предметной комиссии (1921-1923 г.г.) В мае 1920 года совместно с профессором С.М.Курбатовым принимал участие в разработке учебного плана для специальностей «минералогия» и «геология». Именно ученики М.А.Усова составили впоследствии ядро научно-педагогического коллектива геологического отделения физико-математического факультета Томского университета. На штатные должности преподавателей университета были зачислены Н.Н.Горностаев, А.М.Кузьмин, И.К.Баженов, К.Е.Габуння, В.А.Хахлов, Б.Ф.Сперанский, Ю.А.Кузнецов

Уже ученики учеников М.А.Усова в последующем достигли высоких званий и возглавили кафедры Томского университета – динамической геологии (доцент А.А.Ларищев, доц. М.Г.Горбунов, проф. И.А.Вьшлан, проф. В.П.Парначёв), палеонтологии и исторической геологии (проф. А.Р.Ананьев, В.А.Ивания, проф. А.И.Родыгин.), минералогии (проф. Б.М.Тюлюпо, проф. А.И.Летувнинкас), петрографии (проф. М.П.Кортусов, проф. А.И.Гончаренко, проф. А.И.Чернышов).

М.А. Усов проявил себя как выдающийся организатор геологической службы Сибири. Одновременно с основной педагогической работой М.А.Усов сотрудничает в других организациях. Он проявлял деятельное участие в организации Института исследований Сибири, являясь членом Оргкомитета съезда, на котором рассматривались вопросы об учреждении этого Института. В рамках тематики этого Института М.А.Усов читал лекции на курсах по подготовке исследователей природы по динамической геологии и стратиграфии.

Он являлся одним из организаторов Сибирского геологического комитета, впоследствии Сибирского отделения Геологического комитета.

Уже в первые годы работы при Сибирском отделении ГК было организовано Бюро учёта полезных ископаемых и в 1923 году была составлена новая сводка «Полезные ископаемые Сибири», служившая основой для выбора площадей для постановки первоочередных геолого-съёмочных работ.

В 1920 году начали выходить известия СГК: за два с половиной года работы вышло 132 выпусков, где почти в каждом выпуске публиковались ежегодные отчёты о деятельности Сибирского геологического комитета, а также краткие отчёты о результатах деятельности геологических и геологоразведочных партий, экскурсий, сводки по отдельным видам полезных ископаемых и т.д.

Для обеспечения выполнения Урало-Кузнецкой и других крупных государственных проблем крайне не хватало квалифицированных кадров. М.А.Усов пришлось одному руководить работой пяти геологических партий. Для решения кадровой проблемы было принято Постановление ВСНХ СССР от 15 января 1930 года «О создании отраслевых институтов на базе факультетов политехнических институтов». В соответствии с Постановлением Сибирский технологический институт был разделён на ряд самостоятельных отраслевых учебных заведений: Сибирский геологоразведочный (г.Томск), Сибирский горный (г. Томск) и др. Была поделена материальная база между этими 9 вузами, которые были прикреплены к крупным предприятиям, трестам, главным управлениям наркоматов, усиливалась роль производственных практик в подготовке специалистов. Вводилась непрерывная практика на предприятиях для студентов старших курсов в течении всего учебного года. Но, реорганизация вузов желаемого результата не дала и поэтому в 1934 году вновь была проведена реорганизация высшей технической школы: Сибирский геолого-разведочный, Сибирский горный, Сибирский механико-машиностроительный и Сибирский химико-технологический были объединены в Томский индустриальный институт (ТИИ). Свою деятельность ТИИ начал с 1 июля 1934 года в составе шести факультетов среди которых были геолого-разведочный (декан М.К.Коровин) и горный.

Отсутствие высококвалифицированных преподавательских кадров вынудило руководство страной заняться и этой проблемой. В соответствии с Постановлением СНК СССР от 13 января 1934 года квалификационными комиссиями началась работа по присуждению учёных степеней и званий преподавательскому составу. Без защиты диссертации была присуждена учёная степень доктора наук и учёное звание профессора многим сотрудникам ТИИ, в том числе М.А.Усову, М.К.Коровину, М.И.Кучину и др.

Несмотря на загруженность преподавательской, административно-руководящей работой и консультациями в различных учреждениях, Михаил Антонович активно занимался общественной

деятельностью: был членом Томского горсовета, пленума Новосибирского краевого, а затем областного исполкома, с 1932 года являлся членом крайкома Профсоюза рабочих горнорудной промышленности, членом краевого Энергокомитета, а также краевого бюро ВАРНИТСО (Всесоюзная ассоциация работников науки и техники для содействия социалистическому строительству в СССР).

Научно-исследовательская деятельность М.А.Усова после стипендиатства (аспирантуры) была посвящена изучению геологии Кузбасса и обрамляющих его горных сооружений Кузнецкого Алатау и Салаира. Совместно с ним работали студенты Горного отделения ТТИ М.К.Коровин и И.А.Молчанов.

М.А.Усов утверждал, что в геологию Сибири нельзя рабски переносить европейские стандарты и шаблоны. Например, кембрийский период в мировой геологической литературе принято оценивать, как период тектонического покоя, но в кембрии Алтае-Саянской складчатой области по его данным намечается 15 революционных фаз тектогенеза и 4 эпохи интрузивного магматизма, которые были им на основе построений А.М.Кузьмина объединены в салаирский геотектонический цикл («салаириды»). Если в мировой геологической литературе девонский период также рассматривался как этап тектонического покоя, то М.А.Усовым при изучении Тельбесского железорудного района была установлена тельбесская фаза складчатости и тельбесский вулканический цикл, объединённые в новый тельбесский цикл тектогенеза.

Естественно, обладая огромным материалом по угольным месторождениям Кузбасса, М.А.Усов дал перспективную оценку запасов углей этого бассейна. В работе «Геолого-промышленный очерк Кузнецкого каменноугольного бассейна» (1929) он совершенно обоснованно утверждал, что «Кузбасс является одним из наиболее насыщенных углями бассейнов Земли». В 1927 году им на базе кабинета общей геологии ТТИ организуется петрографическое исследование кузнецких углей, а в 30-ые годы был создан кабинет каустобиолитов. На основе имеющихся материалов был подготовлен курс лекций и издано учебное пособие «Геология каустобиолитов (уголь, нефть, графит и алмаз)» (1920).

М.А.Усов обращал внимание и на проблемы нефтегазоносности Западно-Сибирского края. В своей работе «К вопросу о нефти в Западно-Сибирском крае» (1936), он ссылаясь на установленные признаки нефтегазоносности Барзасского района на северо-восточной окраине Кузбасса, указывает на перспективность обнаружения месторождений углеводородов на Среднесибирской платформе, а также в палеозойских отложениях Кузбасса. После окончательного решения вопроса о нефтеносности Кузбасса «можно будет направить средства на глубокое бурение для отыскания нефти в пределах Западно-Сибирской низменности.

В последние годы своей жизни М.А.Усов много внимания уделял разработке общетеоретических проблем геологии, в частности геотектонической пульсации Земли.

Начиная с 1920 года М.А.Усов сплачивает вокруг себя группы молодых выпускников, работающих в ТТИ, ТГУ и на производстве, которые специализировались в различных областях геологии. Таким образом, создавалась школа геологов, среди которых были специалисты в области палеонтологии и стратиграфии (В.А.Хахлов, М.К.Коровин, К.В.Радугин, Н.Н.Урванцев, Л.Л.Халфин, Б.Ф.Сперанский, А.Г.Сивов и др.), минералогии и петрографии (Н.Н.Горностаев, И.К.Баженов, А.М.Кузьмин, Ф.Н.Шахов, К.И.Сатпаев, Ю.А.Кузнецов, А.Я.Булытников и др.), инженерной геологии и гидрогеологии (М.И.Кучин). Все ученики М.А.Усова, кроме преподавания в ТТИ и ТГУ, работали под его руководством в геологических партиях, занимались изучением и созданием минерально-сырьевой базы Сибири. Все они составляли ядро Западно-Сибирского геологического управления и Западно-Сибирского отделения треста редких металлов, Десятки его учеников занимали кафедры и руководящие должности в вузах и НИИ не только Сибири, но и Урала, Москвы, Ленинграда, Казахстана и многих других центров СССР. Многие сотни специалистов на производстве считали себя учениками М.А.Усова. Уже в более позднее время ученики учеников М.А.Усова являлись стали ведущими специалистами в различных областях геологии, заведующими кафедрами Национального исследовательского Томского политехнического университета (бывшего ТТИ, ТИИ, ТПИ): Г.А.Иванкин, С.С.Ильенок, В.К.Черепнин, А.Ф.Коробейников, С.Л.Шварцев, И.В.Кучеренко, А.К.Мазуров, А.А.Поцелуев, Л.П.Рихванов, Е.Г.Языков, С.И.Арбузов, В.Г.Ворошилов, А.К.Полиенко, О.Г.Савичев, Е.М.Дутова, А.Д.Назаров, Б.Д.Васильев, И.И.Коптев и др.

Буквально в последний месяц своей жизни М.А.Усов принимал активное участие в работе Научной конференции по изучению и освоению производительных сил Сибири, которая проходила в Томске 25-30 июня 1939 года, за месяц до его кончины (26 июня 1939 года). Он был членом Президиума геологической секции конференции, задавал вопросы докладчикам, многократно выступал в прениях по докладам своих учеников: Ф.Н.Шахова, К.С.Филатова, Л.И.Шаманского, А.В.Тыжнова, И.В.Дербилова, В.А.Хахлова и др. Им были сформулированы основные задачи по изучению геологического строения и полезных ископаемых Западной Сибири.

По мнению академика Ю.А.Кузнецова «...М.А.Усов решил в своей деятельности ... две главные задачи: 1) организация геологической службы в Сибири; 2) подготовка высококвалифицированных кадров геологов-съемщиков, поисковиков, разведчиков, а также учёных и преподавателей. Без решения второй задачи невозможным было бы решение первой... Главным делом его жизни была педагогическая, воспитательная и организационная работа...». За годы своей деятельности он воспитал более тридцати профессоров, докторов наук, членов-корреспондентов и действительных членов Академии наук, подготовил и опубликовал ряд учебников и учебных пособий.

Академик В.А.Обручев после кончины М.А.Усова писал, что 20-летний период в изучении геологии Сибири (с 1919 по 1939 год) с полным правом может быть назван «усовским», а академик Ю.А.Кузнецов (1984) считал М.А.Усова основоположником советской геологической школы в Сибири.

---

**Некоторые основные учебники, учебные пособия и учебно-методические разработки, подготовленные М.А.Усовым:**

1. Усов М.А. Фёдоровский или универсально-оптический метод исследования породообразующий минералов, в особенности полевых шпатов. – Томск: Типо-лит. Сиб. Тов-ва печатн. дела. – 1910 – 142 с.
2. Усов М.А. Законы физико-химии в применении к петрографии // Томск: Сиб. Тов-во печатн. дела, 1913. – 35 с.
3. Усов М.А. Историческая геология. Конспект курса. Томск: ТТИ, 1914. 174 с. Литограф. издание.
4. Усов М.А. Опыт разработки оснований построения и выполнения учебного плана русских высших технических школ на примере Томского технологического института. - Томск: Сибирское товарищество печатного дела, 1916. - 32 с.
5. Усов М.А. Томский метеорит (петрографический этюд) // Известия ТТИ. – 1918. – Том 40. – Вып. 2. – С. 1-19.
6. Усов М.А. Геология каустобиолитов. (Уголь, нефть, графит и алмаз). Томск: Народная типография. № 3, 1920. - 154 с.
7. Усов М.А. Горный факультет Томского технологического института // Горный журнал. – 1923. - № 3-4. – С. 185-190.
8. Усов М.А. Результаты кампании по реорганизации методов преподавания в 1923-1924 учебном году. Томск: Типо-лит., 1924. – 24 с.
9. Усов М.А. Нотизация преподавания в ТТИ // Рабоч. студ., 1924. № 21. – С. 30-33.
10. Усов М.А. 25 лет научно-воспитательной работы (К юбилею Томского технологического института) // Красноярский рабочий. 1925. – № 235. - 14/Х.
11. Усов М.А. 25-летие учебной деятельности Томского технологического института. – Красное Знамя 1925. - № 236. – 15/Х.
12. Усов М.А. Участие ТТИ в развитии геологии // Красное Знамя. 1925. - № 242. – 22/Х.
13. Усов М.А. Полезные ископаемые. 1. Рудные месторождения. Курс лекций – Томск: ТТИ, 1928. – 240 с.
14. Усов М.А. 25-летие учёно-учебной деятельности Томского технологического института // Томский технологический институт за 25 лет своего существования (1900-1925). [Юбилейный сборник]. – Томск, Сиб. технолог. ин-тут, 1928. – С. 5-14.
15. Усов М.А. Учебное дело Томского технологического института за 25 лет его существования // Томский технологический институт за 25 лет своего существования (1900-1925). [Юбилейный сборник]. – Томск, Сибирский технологический институт, 1928. – С. 17-689.
16. Усов М.А. Состояние и деятельность Горного факультета Сибирского технологического института // Тр. 1-ого Всесоюзн. Горного научно-технич. Съезда 14-27 апреля 1926 г. Т. 10. М.: НТУ ВСНХ СССР, 1928. С. 47-58.
17. Усов М.А. Краткий курс рудных месторождений. – Томск, Издатком втузов, 1931. – 160 с.
18. Усов М.А. К реорганизации учебной жизни втузов // Красное Знамя. – 1932. - № 225. – 11/Х
19. Усов М.А. Краткий курс рудных месторождений. Изд. 2, значит. исправл. и дополн. – Томск: «Кубуч», 1933. – 200 с.
20. Усов М.А. Элементы геоморфологии и геологии рыхлых отложений. – Томск: Зап.-Сиб. ГГГТ, 1934. – 87 с.
21. Усов М.А. Заметки профессора [о поднятии культурного уровня в высшей школе] // Сов. Сибирь. – 1935.- № 197. – 6/1Х.
22. Усов М.А. О работе кафедры геологии [Томского индустриального института] // Красное Знамя. – 1935. - № 234. – 16/Х1.
23. Усов М.А. О подготовке к лекции // Красное Знамя. – 1935. - № 234. – 12/Х11.
24. Усов М.А. Разносторонние научные искания. (Результаты научно-исследовательской работы кафедры общей геологии ТТИ). Высш. Технич. Школа. – 1936. - №5. – С. 68-76.
25. Усов М.А. Больше внимания бюджету времени студента // Высшая школа. – 1937. - № 8-9. – С. 98-101.
26. Усов М.А. Задачи геологов томских вузов в третьей пятилетке // Красное Знамя. – 1037. - № 100. – 30/У.
27. Усов М.А. Структурная геология. – М.-Л.: Госгеолиздат, 1940. – 135 с.
28. Усов М.А. Введение в геологию. – Алма-Ата: АН КазССР, 1950. – 169 с.

Литература

1. Друянов В.А. Энциклопедист геологии. Академик М.А.Усов. - М.: Знание, 1988. – 192 с.
2. Горностаев Н.Н., Коровин М.К. Профессор М.А.Усов. (Важнейшие данные о жизни и деятельности) // Сборник по геологии Сибири, посвящённый двадцатипятилетнему юбилею научно-педагогической деятельности проф. М.А.Усова). Томск: Изд-во ЗСГТ, 1933. С. 1-Х.
3. Коровин М.К. Жизнь и деятельность академика М.А.Усова (1883-1939) // Известия Томского индустриального ин-та. – 1944. – Т. 62. – Вып. 1. С. 1-8.
4. Кузнецов Ю.А. Академик М.А.Усов – основоположник советской геологической школы в Сибири // Научное наследие М.А.Усова и его развитие. (Очерки по истории геологических знаний. Вып. 23.). Новосибирск: СО «Наука», 1984. – С. 5-15.
5. Кузьмин М.И. и Хахлов В.А. Академики В.А.Обручевы и М.А.Усов – основатели сибирской школы геологов // Мат-лы по геологии и полезным ископаемым Западной Сибири. Доклады конф., посвящённой 100-летию со дня рождения академика В.А.Обручева и 80-летию со дня рождения академика М.А.Усова. – Томск:ТГУ, 1964. С. 5-18.
6. Лебедев И.В. Краткий очерк научной, педагогической, организационной и общественной деятельности // Михаил Антонович Усов. Мат-лы к биобиблиографии учёных СССР. Серия геол. наук. - Вып. 22. - М.:«Наука», 1967. – С.6-18.
7. Основные идеи М.А.Усова в геологии. – Сб. ст. - Алма-Ата: АН Каз ССР, 1960. - 541 с.
8. Парначёв В.П. О роли В.А.Обручева и М.А.Усова в становлении геологического образования в Сибири // Развитие минерально-сырьевой базы Сибири от Обручева В.А., Усова М.А., Урванцева Н.Н. до наших дней. Томск: ТПУ, 2013. С. 63-76.
9. Парначёв В.П. Жизнь, отданная геологии // Умом, молотком и сердцем. Вестник РОСГЕО, Вып. 2. М.: РОСГЕО, 2014. С. 189-203.
10. Хахлов В.А. Академик М.А.Усов (1883-1939) // Вестник Зап.-Сиб. геол. управления. – 1939. - № 5. – С. 1-4.

**В.А. ОБРУЧЕВ – ПЕРВЫЙ СИБИРСКИЙ ГЕОЛОГ  
К 155 - ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АКАДЕМИКА В. А. ОБРУЧЕВА  
Е.Ю. Пасечник**

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия*

10 октября 2018 г. исполнится 155 лет со дня рождения Владимира Афанасьевича Обручева – выдающегося разностороннего ученого, крупнейшего геолога, географа, путешественника, писателя (рис. 1). Он прожил 93 года. И за эти годы внес несравненный по объему и значимости вклад в отечественную науку. Его книги, написанные удивительным языком, потрясающе интересные и уникальные, основанные на реальном опыте ученого, на протяжении многих лет прививают молодежи любовь к научному познанию мира.

Владимир Афанасьевич Обручев родился в семье дворян в селе Клеепенино Тверской губернии. В 1881 г. он поступил в Санкт-Петербургский горный институт, где учился с большой охотой у лучшего профессорско-преподавательского коллектива в области геологии.

После окончания института в 1886 г. горного инженера Обручева направили в первую геологическую экспедицию в Туркестанский край, где велось строительство железной дороги до Самарканда. В 1888 г. по окончании исследований в Средней Азии, Владимир Афанасьевич был назначен первым штатным геологом Иркутского горного управления.

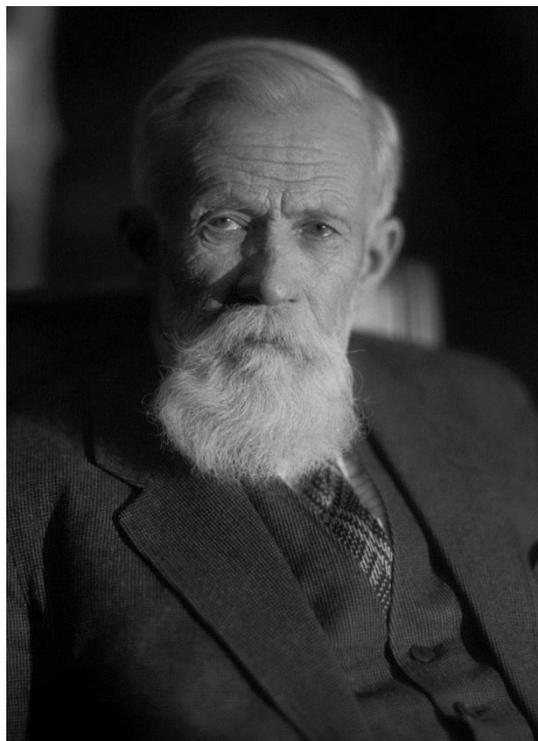
Подробное описание первого знакомства с Сибирью в период работы в управлении (до 1892 г.) Владимир Афанасьевич излагает в первой части книги «Мои путешествия по Сибири». В первый год он посетил месторождения разных полезных ископаемых в нескольких местах Прибайкалья и юга Иркутской губернии, а затем в течение двух летних поездок изучал золотые прииски Олекминско-Витимского (ныне Ленского) района. В последний год, перед отъездом из Сибири в экспедицию по Центральной Азии, он совершил поездку на Ямаровский минеральный источник в долине р. Чикоя в Западном Забайкалье. До него эти места были практически не изучены, и Владимир Афанасьевич считается одним из первопроходцев, исследовавших Сибирь.

В 1895 г. Горный департамент назначил горного инженера Обручева начальником Восточно-Сибирской партии по Забайкальскому участку, осуществлявшей геологические исследования в районе Сибирской железной дороги. Во второй части книги Владимир Афанасьевич пишет: «В этой сравнительно ограниченной по площади части Сибири можно было выполнить довольно густую сеть маршрутов и посетить некоторые местности даже два раза, так что был собран достаточный материал для подробного описания».

В 1899 Владимир Афанасьевич был командирован в Германию, Швейцарию и Австрию для изучения геологического строения этих стран, участвовал в работе 7-го Международного географического конгресса в Берлине, в 1900 г. Владимир Афанасьевич представлял Россию на 8-й сессии Международного геологического конгресса в Париже.

В 1901 г. В.А. Обручев был назначен руководителем только что открывшегося Горного отделения в Томском технологическом институте и заведующего кафедрой геологии. Это был самый продолжительный период его пребывания в Сибири. Он прекрасно справился с необыкновенно сложной задачей организацией и построением эффективной работы только что открывшегося учебного заведения. Владимир Афанасьевич разработал план организации учебной работы, согласно которому в Горном отделении должны готовиться специалисты по трём направлениям: рудничных инженеров, инженеров-металлургов и геологов. Полный курс обучения составлял 10 семестров. Программы и учебные планы состояли из трёх частей: обязательной общей, обязательной для специализации и необязательной. Общий порядок обучения на Горном отделении давал студенту определенную свободу посещения лекций и лабораторных занятий при условии соблюдения строгой последовательности сдачи по утвержденным графикам экзаменов и зачетов, а также представления необходимых графических и практических работ.

Профессор Обручев внедрил в процесс обучения принцип наглядности, создал геологическую, петрографическую и минералогическую лаборатории, кабинеты учебных пособий, горный музей, прекрасную научно-техническую библиотеку, насчитывавшую уже к 1910 г. более 5 тыс. томов. Для подготовки будущих геологов к работе в поле Владимир Обручев впервые в России начал читать курс практической геологии, с обстоятельным изучением всех методов полевых наблюдений. В 1908 г. он ввёл в учебный процесс проведение



*Рис.1 Владимир Афанасьевич Обручев*

месячной учебной геологической практики в наиболее интересных районах Сибири. А для будущих инженеров-металлургов обязательными стали практические занятия в механических мастерских и летняя практика на заводах. Следует отметить, что при его участии на территории института был построен газовый завод, который полностью обеспечивал светильным газом лаборатории, а также использовался для освещения учебных аудиторий, служебных помещений и студенческого общежития.

По свидетельству учеников, профессор Обручев был исключительно талантливым лектором. Богатые по содержанию, насыщенные оригинальными личными наблюдениями в Сибири и Центральной Азии иллюстрированные лекции привлекали многочисленных слушателей, часто переполнявших большую горную аудиторию института.

Профессор Обручев решил основную задачу руководя учебного заведения – привлечь на Горное отделение высококвалифицированный преподавательский состав, не уступавший в профессионализме корифеям столичного Петербургского горного института. За годы деятельности в Томске он привлёк на работу в ТТИ целый ряд видных учёных – горных инженеров, геологов. Среди них: выпускник Санкт-Петербургского горного института, крупный знаток горного дела, профессор Лев Тове (1867–1917). В 1909–1913 гг. он занимал пост декана Горного отделения; выпускник Казанского университета, доктор минералогии геогнозии Михаил Янишевский (1871–1949); выпускник Петербургского университета профессор Николай Чижевский (1873–1952). В 1913–1917 гг. он занимал пост декана Горного отделения, впоследствии избран академиком АН СССР; профессор Павел Гудков (1881–1955) – талантливый геолог-нефтяник. Он в 1918 г. стал первым главой Сибирского геологического комитета, в 1921 г. эмигрировал в США, где открыл ряд нефтяных месторождений Калифорнии.

Успешная деятельность профессора Обручева не осталась без должной оценки, он был награжден орденом Св. Станислава 3-й степени, а в 1905 г. произведён в высокий гражданский чин статского советника.

После снятия с поста директора Томского технологического института Ефима Зубашева, обвинённого в попустительстве студенческих волнений 1905 г., его обязанности непродолжительное время в 1906 г. исполнял профессор Обручев. На одном из заседаний Совета института под его председательством было принято ходатайство к Попечителю Западно-Сибирского учебного округа о разрешении приёма в институт женщин на правах вольнослушательниц. И в 1906 г. 23 женщины стали вольнослушательницами Томского технологического института.

В.А. Обручеву по праву принадлежит слава основоположника сибирской геологической школы, он подготовил в Сибири целую плеяду блестящих специалистов по горному делу, среди которых наиболее известные: М. А. Усов, Б. Л. Степанов, Д. А. Стрельников, А. И. Козлов, А. В. Ларский, Н. С. Пенн, М. К. Коровин, Н. Н. Урванцев, К. Е. Габуня и многие другие.

Наряду с педагогической работой не прекращалась и исследовательская деятельность профессора Обручева. В отчете ТТИ за 1905 г. о научных командировках профессоров и преподавателей института записано: «Профессор В. А. Обручев... по поручению и на средства института совершил экскурсию для геологического и географического исследования горных систем Тарбагатай и Барлыка, расположенных на границе Семипалатинской и Семиреченской областей и Китайской Джунгарии, а также части Киргизской степи между Семипалатинском и Сергиополем».

В предисловии к книге «Мои путешествия по Сибири» Владимир Афанасьевич пишет следующее: «Заняв место профессора во вновь учрежденном Технологическом институте в Томске, я уже не мог посвящать все свое время полевым геологическим исследованиям и обработке их результатов и занимался полевой работой только в летнее каникулярное время, и то не ежегодно. В этот период были посещены разнообразные местности Сибири – сначала Ленские прииски, где я выполнял детальное изучение бассейна р. Бодайбо; затем, по пути в Пограничную Джунгарию, исследование которой заняло три лета, я познакомился с частью Киргизской степи по маршруту из Семипалатинска до китайской границы. Руководство студенческой геологической практикой позволило посетить и изучить берега р. Енисей выше г. Красноярска. Наконец, несколько приглашений принять участие в экспертизе золотых рудников дало возможность побывать в горах Кузнецкого Алатау и в Калбинском хребте Киргизской степи».

Также необходимо отметить, что по инициативе профессора Владимира Обручева были начаты первые геологические исследования нефтеносности территории Сибири. В 1902 г. в июльском номере газеты «Нефтяное дело» было напечатано: «На Байкал из Иркутска выехала снаряженная Горным управлением геологическая экспедиция для исследования нефти. Начальник – горный инженер В. Д. Рязанов. На парусном баркасе экспедиция обследует иркутский берег Байкала и проверит сделанные там заявки на нефть, затем переправится через озеро и пройдет через среднюю часть забайкальского берега, включая Святой Нос». Владимир Рязанов – соратник Обручева, заведующий лабораторией Томского технологического института, горный инженер. В качестве его помощников в экспедицию были привлечены студенты Горного отделения, среди которых был М.А. Усов.

В феврале 1911 г. в высших учебных заведениях России развернулась протестная кампания против усиления произвола и полицейских порядков, насаждаемых министром народного просвещения Львом Кассо (1865–1914) в системе образования. Студенчество и передовая часть профессорско-преподавательского состава страны выступили против ликвидации автономии управления в высших учебных заведениях и установления там полицейского надзора. В Томском технологическом институте началась забастовка студентов, что вызвало прекращение занятий на несколько недель. В результате около 370 студентов были отчислены по распоряжению министерства народного просвещения. Профессор В. А. Обручев открыто протестовал против этого вопиющего события и сообщил о нем томскому депутату в Государственной Думе Николаю Некрасову. Подобные вольнолюбивые действия не остались без реакционных действий со стороны властей, и вскоре его вынудили

---

подать в отставку. Впоследствии об этом В. А. Обручев вспоминал: «Так кончилась моя педагогическая служба в старое время, назвать которое добрым никак нельзя».

Отстранение профессора Обручева от педагогической деятельности вызвало резкий протест со стороны российского геологического сообщества. Делегаты съезда русских геологов, состоявшегося в Санкт-Петербурге в конце 1911 г., направили в его адрес телеграмму: "Второй съезд деятелей по прикладной геологии и разведочному делу выражает свое глубокое сожаление по поводу вынужденной Вашей отставки и желает скорейшего Вашего возвращения к полезной деятельности".

Говоря о причинах отставки профессора Обручева, в интервью газете «Сибирская жизнь» директор Томского технологического института, профессор Николай Карташов дипломатично отметил: «Владимир Афанасьевич общепризнанный выдающийся учёный России и один из лучших геологов Европы. Особую ценность как учёный он имеет для Сибири. Его исследования в Центральной Азии должны быть отнесены буквально к классическим... Предложение подать в отставку сделано без какой бы то ни было мотивировки, поэтому истинных причин этого распоряжения Министерства я не знаю. Есть, однако, основание полагать, что причиной увольнения является приписываемая ему «принадлежность к оппозиции».

Только после Февральской революции 1917 г. Владимир Обручев, как и другие преподаватели, уволенные или вынужденные уйти из ТТИ, был восстановлен в правах. Экстренное заседание Совета Томского технологического института постановило послать В. А. Обручеву телеграмму с запросом о его желании и возможности возвратиться в Томский технологический институт. Однако он по ряду причин уже не смог возвратиться в Сибирь. После чего, получения Совет Томского технологического института, учитывая заслуги Владимира Обручева перед русской горной наукой, единогласно избрал его почетным членом института.

В последующие годы В.А. Обручев совершал лишь кратковременные выезды в Сибирь из Москвы. Он участвовал в экспертизах на золотых рудниках в Кузнецком Алатау и Восточном Забайкалье осенью 1912 г., при экспедиции на Алтай летом 1914 г. с целью изучения его тектоники с попутным посещением железного рудника в Кузнецком Алатау, и при повторной поездке на Алтай в 1936 г.

Владимир Афанасьевич посвятил изучению и развитию Сибири достаточно длительный отрезок своей жизни. Период с 1901 по 1912 был связан непосредственно с Томском. Обручев был одним из тех, кто стоял у истоков становления вузов в Сибири, а возглавленное им Горное отделение Томского технологического института и сибирская школа геологов, послужили прочным фундаментом геологической науки в Сибири. В.А. Обручев постоянно поддерживал связь с Томском, пересылал в научно-техническую библиотеку ТПИ оттиски своих работ, интересовался работами томичей.

#### Литература

1. Васильев Б.Д. К 150-летию академика В.А. Обручева // Развитие минерально-сырьевой базы Сибири: от Обручева В.А., Усова М.А., Урванцева Н.Н. до наших дней: материалы Всероссийского форума с международным участием. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – 688 с.
2. Лозовский И.Т. В.А. Обручев в Томске. – Томск: Изд-во НТЛ, 2000. – 180 с.
3. Обручев В.А. Мои путешествия по Сибири. – М.: Изд-во Академии Наук СССР, 1948. – 185 с.
4. Обручев С.В. В неизведанные края. – М.: Мысль, 1975. – 366 с.
5. Обручев С.В. В неведомых горах Якутии. – М.: Государственное изд-во, 128. – 247 с.

## Секция 1

# ПАЛЕОНТОЛОГИЯ, СТРАТИГРАФИЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ

### КОНОДОНТЫ В ВУЛКАНИЧЕСКИХ ТУФАХ КАСИМОВСКОГО ЯРУСА РАЗРЕЗА УСОЛКА (РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН)

Р.Н. Айсина

Научный руководитель доцент Г.М. Сунгатуллина

Казанский Федеральный университет, Институт геологии и нефтегазовых технологий,  
г. Казань, Россия

Касимовский ярус разреза Усолка (Южный Урал, Республика Башкортостан) сложен терригенно-карбонатными отложениями с прослоями вулканических туфов.

Уольский разрез предлагается как кандидат Точки глобального стратотипа границы (GSSP) гжельского яруса [2]. Он в данном качестве демонстрировался летом 2015 года участникам полевой экскурсии XVIII Международного Конгресса по каменноугольной и пермской системам. Нами во время экскурсии были отобраны образцы из вулканических туфов на конодонты.

Цель исследования - изучение конодонтов из туфовых прослоев разреза Усолка. Для ее достижения решались следующие задачи: извлечение конодонтов из пород; установление их таксономического состава и стратиграфического распространения, зональное расчленение и корреляция разреза Усолка с другими регионами [1].

Всего было исследовано 17 прослоев туфов, в некоторых из них были обнаружены цирконы и определен абсолютный возраст [3], отобраны и определены конодонты.

В нижней части касимовского яруса (1-3 слои туфов) встречены конодонты *G. magna* Stauffer et Plummer, *Streptognathodus subexcellus* Alekseev et Goreva, *I. claviformis* Gunnell, *I. delicatus* Gunnell, *I. obliquus* Kossencko et Kozitskaya и *I. trigonolobatus* Barskov et Alekseev при существенном доминировании последнего. Возраст интервала по конодонтам датируется как кривьякинский горизонт касимовского яруса. Данный комплекс характерен для зоны *Streptognathodus subexcellus*, которая имеет широкое распространение в пределах Восточно-Европейской платформы. Проследить зону более широко не удастся, так как конодонты на данном уровне обладают высокой степенью эндемизма. В данном интервале многочисленны конодонты рода *Gondolella*, являющиеся индикаторами глубоководной морской обстановки.

В прослоях туфов средней части касимовского яруса (4-10 слои) появляются единичные конодонты видов *Idiognathodus magnificus* Stauffer et Plummer, *I. sagittalis* Kozitskaya и *S. zethus* Chernykh and Reshetkova, типичные для зоны *sagittalis* хамовнического горизонта Восточно-Европейской платформы.

В верхней части касимова (11-13 слои туфов) присутствуют конодонты зоны *Streptognathodus firmus* (*Idiognathodus toretzianus* Kozitskaya, *Streptognathodus firmus* Kozitskaya, *S. gracilis* Stauffer and Plummer, *S. pawhuskaensis* Harris and Hollingsworth, *S. zethus* Chernykh and Reshetkova).

В туфах из нижней части гжельского яруса появляется вид-маркер его нижней границы - *S. simulator*, пользующийся глобальным распространением.

В результате проведенного исследования получена коллекция конодонтов из туфовых прослоев разреза Усолка в количестве 62 экземпляров. Определен их систематический состав. Он включает 11 видов, которые относятся к 3 родам. Выделены зоны по конодонтам *Streptognathodus subexcellus*, *sagittalis* и *firmus* - в касимовском, и *simulator* - в гжельском ярусах карбона, проведена их корреляция с одновозрастными отложениями других регионов [1]. Зоны нижней части касимова имеют ограниченное распространение, верхней части касимовского и гжельского ярусов прослеживаются глобально. Присутствие конодонтов рода *Gondolella* в основании касимова возможно, указывает на более глубоководные условия осадконакопления на исследуемой территории в это время.

### Литература

1. Сунгатуллина Г.М. Каменноугольные конодонты востока Русской плиты // LAP LAMBERT Academic Publishing&Co.KG, 2012, P. 168.
2. Chernykh, V.V., Chuvashov, B.I., Davydov, V.I., Snyder W.S., 2006a. Potential candidate for GSSP to define base of Gzhelian Stage in global chronostratigraphic scale: Usolka section, southern Urals, Russia. Newsletter on Carboniferous Stratigraphy 24. P. 23–29.
3. Shmitz M.D., Davydov V.I. (2012). Quantitative radiometric and biostratigraphic calibration of the Pennsylvanian-Early Permian (Cisuralian) time scale and pan-Euramerican chronostratigraphic correlation // Geological Society of America Bulletin. V. 124. No. 3–4. P. 549–577.

**ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПАЛЕОНТОЛОГО-СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ТАШТЫПСКОЙ ПЛОЩАДИ (ХАКАСИЯ)  
Ю.Ю. Бражников**

Научный руководитель доцент С.А. Родыгин

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

Реконструкции растительности и климата голоцена имеют большое научное и прикладное значение. Климатические изменения, происходившие в голоцене, представляют основу для решения многих задач, связанных с реконструкцией динамики природной обстановки. Анализ климатических колебаний голоцена важен для составления долгосрочных климатических прогнозов [1].

*Задача работы* состоит в изучении палиноспектров, при помощи которых возможно сделать какие-либо выводы о закономерностях распределения флористических комплексов и установить связь с климатом и географическим распределением.

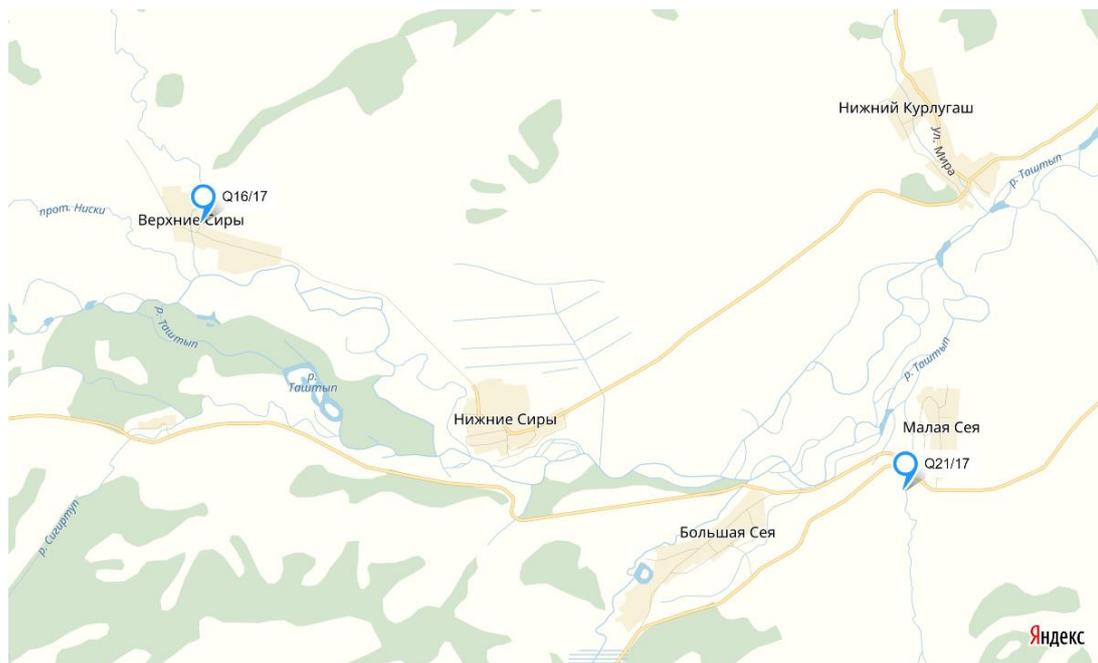
*Местоположение района.* Район изучения находится в юго-восточной части Кузнецкого Алатау в зоне сопряжения со структурами Южно-Минусинской впадины и северными отрогами Западного Саяна. В административном отношении он относится к Таштыпскому и Аскизскому районам Республики Хакасия.

*Методическая основа.* Для подготовки проб к изучению применялся метод химической мацерации с использованием соляной кислоты. Наблюдения и подсчет спор и пыльцы велись при помощи оптического микроскопа МИКМЕД-2. Исследования проводились в лаборатории микропалеонтологии ТГУ.

Фактическим материалом служит серия проб из разрезов четвертичных отложений, представляющих наибольший интерес для палеопалинологических исследований и потенциально перспективных на изучение палеофлористических комплексов, палеогеографии, и, возможно, для расчленения четвертичных отложений изучаемой площади.

В большинстве своем, изучаемые четвертичные отложения представлены отложениями голоценового возраста, но предполагается наличие отложений верхнего звена неоплейстоцена, для выделения границы необходимы дальнейшие исследования.

В данной статье рассматриваются две точки наблюдения – Q16/17 и Q21/17 (отмечены на рисунке).



**Рис. 1** Обзорная карта с использованием Яндекс-карт, с дополнениями автора. Расстояние между точками наблюдения Q16/17 и Q21/17 8.2 км по прямой (масштаб 1:90000)

Из проб, отобранных послойно и из определённых интервалов, были получены палинологические спектры: для древесных, травянистых пород, споровых растений.

*Палинология, палеоэкология.* Для точки Q16/17, как видно из приведённой таблицы, характерно постепенное увеличение доли древесных форм с преобладанием голосеменных с увеличением возраста и глубины залегания слоев, также наблюдается обратная тенденция для травянистой флоры. С увеличением доли травянистых растений также наблюдается появление споровых растений, в частности неопределённых папоротников с билатеральным типом спор. Среди голосеменных преобладает пыльца р. *Pinus*, среди мелколиственных – р. *Betula*. Большая часть травянистых растений представлена рр. *Apiaceae*, *Plantago sp.* и *Tricolpopollenites type*, которые, как и мелколиственные древесные формы, начинают доминировать в верхних частях разреза.

Таблица

Суммарное содержание различных видов растений для точек наблюдения Q16/17 и Q21/17

№ обр.	Глубина отбора (м, сверху-вниз от дневной поверхности)	Всего форм							
		Голосеменные	Мелколиственные	Всего древесных	Околоводные	Злаки	Разногравье	Всего травяных и кустарниковых	Споры
Q16/17-1	7,7-8	51	23	74	4	10	14	28	1
Q16/17-2	6,9-7,2	5	3	8	0	1	22	23	1
Q16/17-3	4,6-4,9	16	21	37	1	2	14	17	0
Q16/17-4	3,3-3,9	0	0	0	0	0	0	0	0
Q16/17-5	3,1-3,3	2	8	10	0	3	5	8	0
Q16/17-6	2,5-2,6	1	0	1	0	0	21	21	1
Q16/17-7	1,7	5	4	9	4	0	204	208	0
Q16/17-8	1,5	14	1	15	1	7	65	73	2
Q16/17-9	1,2	22	12	34	1	0	62	63	18
Q16/17-10	0,6	11	6	17	0	4	199	203	4
Q21/17-1	6,5	4	5	9	0	0	5	5	0
Q21/17-2	6,2	0	1	1	0	0	2	2	0
Q21/17-3	5,5	10	1	11	0	0	1	1	0
Q21/17-4	5,6	2	1	3	0	0	1	1	0
Q21/17-5	5,3	7	0	7	0	0	6	6	0

Для точки Q21/17 характерно заметно меньшее содержание пыльцы и полное отсутствие спор. Это может быть связано как с условиями залегания, так и с экологической обстановкой прошлого, более точное заключение сделать на данный момент невозможно, ввиду незаконченного изучения проб с данной точки. В целом характерно очень низкое содержание травянистых растений, впрочем, с доминированием р. *Tricolporollenites type*, и преобладание голосеменных – р. *Pinus* и неопределённых представителей сем. Pinaceae. Сделать какие-либо конкретные выводы по палеоэкологической обстановке в данной точке представляется затруднительным.

Полученные палиноспектры точки Q16/17 позволяют составить мнение о том, что в течение голоцена климат менялся постепенно от более холодного с преобладанием хвойных деревьев, характерных для лесной зоны, к аналогичному современному – более теплому, с доминированием степной растительности и появлением мелколиственных деревьев. Появление папоротников может свидетельствовать о кратковременном увеличении влажности, что может быть связано с возрастанием деятельности рр. Таштып и Сиры.

По преобладанию в нижней части разреза хвойных растений также можно прийти к заключению о лесном типе сообщества. Это не удивительно, так как спектры переходной полосы от леса к степи почти всегда обладают ярко выраженными лесными признаками и могут быть ошибочно интерпретированы как лесные. Содержание пыльцы древесных пород (рр. *Pinus*, *Betula*) не соответствует реальной доле лесов в районе. Их обилие частично связано с ветровым заносом древесной пыльцы из подтаежной и таежной зоны и частично является следствием низкой пыльцевой продуктивности лугово-степных сообществ.

Основываясь на составе полученных спектров для точки Q16/17, можно сказать, что условия соответствовали подтаежному поясу вертикальной климатической зональности. Для него характерны светлохвойные и смешанные леса, представленные рр. *Pinus*, *Betula*; из разнотравья можно выделить рр. *Plantago*, *Ariaceae*. Изменения в количественном соотношении пыльцы доминирующих хвойных, которые сменяются мелколиственными представителями и заметным увеличением доли травянистых растений можно объяснить изменением температуры, и, видимо, усилением влияния лесостепного пояса, который мог увеличить свою площадь на фоне общего потепления.

#### Литература

1. Ямских Г.Ю. Реконструкция растительности и климата голоцена внутриконтинентальных территорий Приенисейской Сибири: Дис. д-ра геогр. наук. Барнаул, 2006 РГБ ОД, 71:07-11/18 – 420 с.

**СЕДИМЕНТОГЕНЕЗ ВЫСОКИХ ТЕРРАСОУВАЛОВ Р. СЕЛЕНГА В МЕЖГОРНЫХ  
ВПАДИНАХ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ**

**А.В. Буянов<sup>1</sup>, В.Л. Коломиец<sup>1,2</sup>, Р.Ц. Будаев<sup>2</sup>**

Научный руководитель к.г.-м.н. В.Л. Коломиец

<sup>1</sup>*Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ, Россия*

<sup>2</sup>*Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия*

Одним из интересных, но не решенных однозначно до сих пор вопросов плейстоценового седиментогенеза Прибайкалья и Западного Забайкалья является проблема формирования и возраста песков большой мощности – от десятков до первых сотен метров. Они распространены во всех сухоходольных впадинах Байкальского рифта (Муйско-Куандинская, Верхнеангарская, Баргузинская, Усть-Селенгинская, Тункинская котловины) и в бассейне р. Селенга (Западное Забайкалье: Усть-Джидинская и Гусиноозерская впадины).

К Усть-Джидинской впадине относится расширенная часть речной долины р. Джиды (левый крупный приток р. Селенга) в ее нижнем течении, а также Дырестуйско-Убур-Дзакойское структурное понижение на правом берегу р. Селенга. Одной из особенностей рельефа правобережья Селенги является протяженный (длиной более 30 км) высокий террасоувал переменной относительной высоты от 35-40 м над урезом воды в реке в верхней части до 60-65 м в его нижнем окончании. Осадочная толща данного террасоувала (средний плейстоцен) вскрыта тремя разрезами (сверху вниз по течению р. Селенга) – Хоронхой, Усть-Кяхта, Дэбэн.

Разрез Хоронхой видимой мощностью 10 м расположен в 0.8 км к юго-востоку от железнодорожной станции Хоронхой. Осадки – переслаивание тонко-мелкозернистых и крупно-среднезернистых песков преимущественно субгоризонтального залегания с мощностью слоев 1–5 см (8 литологических горизонтов). При схожести основных гранулометрических коэффициентов – среднезвешенного размера частиц, сортировки, асимметрии, эксцесса – имеют место различия в генезисе отложений и соответственно в условиях среды осадконакопления. Первый (0.0–1.7 м) и третий (3.2–4.7 м) горизонты являются собой аллювиальные образования – коэффициент вариации  $v=0.84–1.86$  и соотносится с полем постоянных водотоков [2], которые накапливались равнинными стационарными речными потоками (число Фруда,  $Fr=0.02–0.07$  [1]), находящимися в положении беспрепятственного движения воды с естественным чистым руслом, ложе которого выполнено рыхлыми породами. Для остальной части разреза характерно смешанное лимно-аллювиальное происхождение ( $v=0.43–0.80$ , поле осадков комплексного, озерно-речного, генезиса [2]). Осадки формировались в береговой и прибрежной зоне стабильного проточного озеровидного бассейна с глубинами 0.8–2.0 м. Вещество доставлялось палеоводотоками равнинного облика ( $Fr=0.01–0.07$ ).

Разрез Усть-Кяхта вскрытой мощностью 21 м расположен в 3-х километрах к юго-западу от с. Усть-Кяхта. Его отложения состоят из тонко-мелкозернистых песков со слабовыраженной субгоризонтальной слоистостью, структурно-текстурные особенности которых определяют 6 литологических горизонтов. Перекрывающие разрез слои до глубины разреза 3.9 м (1-й горизонт) состоят из неслоистого плохо промытого тонкозернистого песка. Осадки особенно хорошо и совершенно сортированы (коэффициент сортировки Траска  $S_0=1.10–1.28$ ; стандартное отклонение  $\sigma=0.06–0.09$ ) с модальным смещением в сторону крупных частиц (статистический коэффициент асимметрии  $\alpha>0$ ). Пески аккумуляровались в обстановке проточного озеровидного водоема (коэффициент вариации  $v<0.8$ ) с транспортировкой вещества потоками речного облика равнинного типа (число Фруда  $Fr=0.01–0.02$ ). Тектонические условия – стабильные, т.к. эксцесс ( $\tau$ ) осадков положителен в пределах первых десятков единиц.

Ниже до глубины 5.75 м (2-й и 3-й литологические горизонты) наблюдается укрупнение зернистости осадка до средних и крупных частиц, имеющих субгоризонтальную текстуру с мощностью прослоев 3–5 см и рассеянными включениями дресвы, щебня и редких малых глыб. Характерно ухудшение отсортированности отложений ( $\sigma=0.22–1.07$ ), связанное с возрастанием динамики палеопотока ( $\alpha=9.87–14.66$ ) на фоне устойчивого тектонического фона ( $\tau=107.9–283.6$ ). Генезис горизонтов – речной для 2-го горизонта ( $0.8<v<2.0$ , стационарные водотоки равнинного типа,  $Fr=0.03–0.06$ ) и водный с примесью неаквального вещества ( $v>2.0$ ) для третьего.

На интервале 5.75–12.30 м (4-й и 5-й горизонты) отложения представлены мелкозернистым и мелко-среднезернистым песком с перемежающейся плохо и отчетливо выраженной общей субгоризонтально-слабонаклонной слоистостью с мощностью слоев от 1–2 до 5–6 см и отдельными, того же залегания, пачками наклонной ( $\text{ЮЗ } 240^\circ \angle 8^\circ$ ) и косой ( $\text{ЮЮЗ } 200^\circ \angle 26^\circ$ ) внутрислоевой текстуры мощностью 25–50 см. Толща имеет схожие с первым горизонтом статистические параметры осадков, генезис – комплексный озерно-речной ( $v=0.59–0.77$ ) с подстилающим слоем мелкозернистых песков на инт. 11,95–12,3 м озерного происхождения ( $v<0.4$ ).

Нижняя половина разреза (12.3–21.0 м, 6-й горизонт) сложена промытыми слабожелезистыми мелкозернистыми и мелко-среднезернистыми песками субгоризонтальной и слабонаклонной текстуры. Осадки особенно хорошо структурированы ( $S_0=1.04–1.24$ ;  $\sigma=0.08–0.15$ ), имеют модальный сдвиг главным образом в сторону тонкообломочных частиц (коэффициент асимметрии Траска  $S_k>1$ ), тектонические условия седиментации стабильные ( $\tau>0$ ). В осадконакоплении наблюдается определенная цикличность по вертикали разреза – комплексные условия седиментации в постоянном проточном озерном водоеме ( $v=0.41–0.80$ ) менялись на речные ( $v=0.81–1.46$ ) с отложением транзитных фракций слабодинамичными фуркирующими равнинными водотоками ( $Fr=0.03–0.08$ ) с изменением ширины палеорусел (23–126 м).

Разрез Дэбэн изученной мощностью 55.8 м сложен песчаными осадками с небольшой примесью неокатанного и слабоокатанного крупнообломочного материала. Структурно-текстурные особенности псаммитов позволяют выделить здесь 12 литологических горизонтов. В основании разреза до уреза воды 62 м залегают галечники 2–4-го класса окатанности.

Верхняя часть разреза (четыре литологических слоя на интервале 2.3–7.8 м) выполнена субгоризонтально- и слабонаклонно-слоистыми алевритово-мелкозернистыми, тонко-мелкозернистыми, мелкозернистыми и мелко-среднезернистыми песками с единичными зёрнами гравийно-галечных и дресвяно-щепнистых включений. По числовым параметрам коэффициента сортировки Траска и стандартному отклонению отложения имеют очень хорошую и хорошую сортировку с переменчивым модальным сдвигом как в сторону крупных ( $S_k < 1$ ) так и сторону мелких частиц ( $S_k > 1$ ). Отложения накапливались в среднединамичных условиях активности стационарного водного руслового потока ( $v > 0.8$ ). Водоток характеризовался равнинным типом ( $Fr < 0.1$ ) в благоприятных условиях состояния ложа и течения воды (скорость течения 0.4 м/с, глубина 0.4–1.3 м, ширина 44–47 м). Отдельные слои из второго и четвертого литологических горизонтов формировались высококомобильными потоками полугорного ( $0.1 < Fr < 0.2$ ) и горно-грядового типа ( $Fr > 0.2$ ) с поступлением дополнительных порций вещества коллювиально-пролювиального генезиса ( $v > 2.0$ ).

Средняя часть разреза (5–11 литологические горизонты на интервале 7.8–51.4 м) представлена алевропесками, алеврито-мелкозернистыми и мелкозернистыми песками наклонного и косого залегания. Отложения характеризуются особенно хорошей, совершенной и очень хорошей сортировкой как с левосторонним модальным смещением (преобладание крупнозернистых частиц,  $S_k < 1$ ,  $\alpha > 0$ ), так и правосторонним модальным сдвигом (преобладание мелкозернистых частиц,  $S_k > 1$ ,  $\alpha > 0$ ). Среда седиментации – главным образом комплексная лимно-аллювиальная ( $v = 0.47–0.74$ ) с наличием проточных озеровидных водоемов глубиной 0.8–3.0 м и постоянных водотоков равнинного типа ( $Fr = 0.02–0.03$ ).

Нижняя толща (12-й горизонт, 51.4–55.8 м) имеет пестрое строение из сочетания частиц алевритово-песчано-псефитовой размерности наклонно-косой текстуры. Сортировка и модальный сдвиг характеризуются непостоянством, условия аккумуляции преимущественно речные ( $v > 0.8$ ).

Таким образом, генезис осадочной толщи данного террасовала преимущественно озерно-аллювиальный с примесью отложений речного и склонового происхождения. При формировании террасовала существовал озеровидный водоем, связанный с тектоническим подпором в зоне Боргойского хребта и распространявшийся вверх по долине Селенги на 25–30 км [1].

Гусиноозерская впадина обрамлена с северо-запада Хамбинским хребтом, а с юга – хребтом Моностой. Юго-западную часть впадины занимает дельта р. Темник, ее русло разветвлено на два рукава, один из них впадает в оз. Гусиное, другой – в р. Селенга. К северо-востоку от оз. Гусиное расположена Загустайская равнина. Долина р. Селенга с характерными формами рельефа аквального генезиса (русло, пойма, террасовый комплекс) занимает южный и юго-восточный край впадины. В 1 км юго-западнее с. Ёнхор до глубины 36.5 м изучена толща высокого 65-метрового террасовала р. Селенга (разрез Ёнхор, средний плейстоцен). В целом он сложен алевритовыми, мелкозернистыми, средне-мелкозернистыми, субгоризонтально- и слабонаклонно-слоистыми песками с маломощными линзовидными скоплениями, прослоями от 1–2 до 10–12 см грубо-крупнозернистых и среднезернистых песков с мелким гравием. На основании гранулометрического анализа осадки подразделяются на 11 литологических слоев.

По стандартному отклонению осадки верхней толщи (1–7 слои, глубина 0.1–24.0 м) характеризуются как хорошо, умеренно, реже плохо сортированные ( $\sigma = 0.19–1.52$ ). Коэффициент асимметрии  $\alpha > 0$  (модальность распределений смвинута в сторону крупных частиц) оценивает режим седиментации в условиях повышенной динамической активности среды седиментации. Значения эксцесса положительны и определяют спокойный тектонический режим. Показатели коэффициента вариации  $v$  принадлежат диапазону от 0.84 до 1.96, что аргументирует водное происхождение песчаных осадков (область турбулентных водотоков речного облика с переменной водности по сезонам года).

Нижняя толща (8–11 слои, интервал 24.0–36.5 м) сложена песчаными алевритами, алевритово-мелкозернистыми, мелкозернистыми, крупно-средне-мелкозернистыми песками. Осадок характеризуется хорошей, умеренной и плохой ( $\sigma = 0.08–1.33$ ) сортировкой, имеет положительную асимметрию ( $\alpha > 0$ ). Эксцесс плюсовой – тектоническая составляющая процесса аккумуляции характеризуется определенным постоянством. Коэффициент вариации принадлежит области устойчивых турбулентных водотоков с сезонными изменениями водности ( $v = 0.88–1.96$ ). Привнос материала происходил за счет естественного среднего блуждающего потока полугорного ( $Fr = 0.14$ ) и равнинного ( $Fr < 0.1$ ) типов. По фациально-генетическому типу пески относятся к русловой нестрезневой фации и пойменной группе фаций.

Таким образом, на основании выполненных литолого-фациального и палеопотамологического анализов осадочной толщи разреза Ёнхор установлены преимущественно речные обстановки накопления отложений, в которых происходило формирование русловых нестрезневых и пойменных фаций речной макрофации.

#### Литература

1. Коломиец В.Л. О палеопотамологическом методе изучения осадочных комплексов флювиального генезиса // Структурный анализ в геологических исследованиях. Материалы Международного научного семинара. – Томск: ЦНТИ, 1999. – С. 239–241.
2. Коломиец В.Л. Седиментогенез плейстоценового аквального комплекса и условия формирования нерудного сырья суходольных впадин Байкальской рифтовой зоны: Автореф. дисс. канд. геол.-мин. наук. – Иркутск, 2010. – 18 с.
3. Коломиец В.Л., Будаев Р.Ц., Буянов А.В. Седиментогенез террасового комплекса Нижнедзидинского района (Западное Забайкалье) // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту). Материалы совещания. Вып. 14. – Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2016. – С. 127–129.

СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ПРЕСНОВОДНЫХ МОЛЛЮСКОВ НЕОПЛЕЙСТОЦЕНА  
НИЖНЕЙ ВОЛГИ

Л.И. Валитова<sup>1</sup>, Е.М. Осипова<sup>2</sup>, Г.А. Данукалова<sup>2</sup>

Научный руководитель доцент Г.А. Данукалова

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», г. Уфа, Россия

<sup>2</sup>Институт геологии Уфимского научного центра РАН, г. Уфа, Россия

Масштабное изучение четвертичных отложений, проводимое Всероссийским геологическим институтом им. А.П. Карпинского (Санкт-Петербург) совместно с Институтом геологии УНЦ РАН (Уфа) и другими геологическими организациями России по уточнению региональной стратиграфической схемы квартала Нижневолжского региона, определяют актуальность данной работы – результаты исследования пресноводных моллюсков из опорных разрезов Нижней Волги помогут дополнить характеристики отдельных стратиграфических подразделений, восстановить климатические и палеоэкологические условия накопления осадков [2].

На протяжении многих лет разрезы четвертичных отложений Нижней Волги привлекают внимание геологов и палеонтологов. Самые первые геологические описания территории Нижней Волги, выполненные академиками С.Г. Гмелиным и П.С. Палласом, относятся к XVIII веку. Большой вклад в изучение четвертичных отложений и фауны как солоноватоводных, так и пресноводных моллюсков внесли К.Э. Бэр, Э.И. Эйхвальд, Н.И. Андрусов, А.А. Свиточ и Т.А. Янина [7], Т.А. Янина [9] В.Л. Яхимович и др. [10] и др. Практически все исследователи обращали внимание на солоноватоводных моллюсков, в первую очередь на дидакн, для пресноводных моллюсков в основном отмечались только рода и редко даны видовые определения. Первые обобщения результатов изучения пресноводных моллюсков Нижней Волги сделаны Г.И. Поповым [6] и Ю.М. Васильевым [1].

Долина реки Волга в нижнем течении приурочена к Северо-Прикаспийской низменности. Четвертичные отложения вскрываются как в береговых обрывах долины у населенных пунктов Райгород, Черный Яр, Нижнее Займище, Копановка, Сероглазовка и др. (средний-верхний неоплейстоцен), так и многочисленными скважинами (нижний-средний неоплейстоцен, эоплейстоцен и палеоплейстоцен).

В работе рассмотрены пресноводные моллюски неоплейстоцена и голоцена. Неоплейстоцен подразделяется на три звена – нижнее, среднее и верхнее [3]. В нижнее звено объединены тюркянский и бакинский горизонты; среднее звено представлено нижним подгоризонтом хазарского горизонта, а верхнее состоит из верхнего подгоризонта хазарского горизонта и хвалынского надгоризонта [5]. Сингильский горизонт, согласно новым данным, сопоставлен с концом среднего неоплейстоцена и разделяет два подгоризонта хазара, т.к. представляет собой осадки фазы регрессии раннехазарского моря [2, 4]. С голоценом сопоставлен новокаспийский горизонт.

Нижнее звено. Тюркянские отложения представлены глинами темно-серыми, слабо песчаными с раковинами пресноводных моллюсков *Gyraulus* sp., *Lithoglyphus naticoides* (Pfeiffer), *Valvata antiqua* (Sowerby), *V. piscinalis* (Müller), *Viviparus diluvianus* (Kunth), *Bithynia* sp., *Dreissena polymorpha* (Pallas), *D. caspia eichwaldi* (Issel), *Pisidium amnicum* (Müller), *P. cf. supinum* (A.Schmidt), *P. cf. subtruncatum* (Malm), *Sphaerium rivicola* (Lamarck), *Unio tumidus* (Phillipson) [2].

Бакинские отложения распространены почти повсеместно и разделены на два подгоризонта: нижний и верхний. Пресноводные моллюски нижнего горизонта представлены *Dreissena rostriformis distincta* (Andrussov) и *D. polymorpha* (Pallas). В верхнем подгоризонте присутствует большее количество пресноводных моллюсков: *Planorbis planorbis* (Linnaeus), *Valvata piscinalis* (Müller), *Viviparus diluvianus* (Kunth), *Pyrgula caspia* (Eichwald), *Theodoxus (Theodoxus) pallasii* (Lindholm), *Dreissena polymorpha* (Pallas), *D. caspia eichwaldi* (Issel), *Pisidium amnicum* (Müller), *Unio* sp. [2].

Среднее звено. Нижнехазарские отложения содержат *Bithynia tentaculata* (Linnaeus), *Gyraulus* cf. *laevis* (Alder), *Lithoglyphus naticoides* (Pfeiffer), *Pyrgula caspia* (Eichwald), *P. conus* (Eichwald), *P. variabilis* (Eichwald), *Valvata piscinalis* (Müller), *Dreissena rostriformis distincta* (Andrussov), *D. polymorpha* (Pallas), *Pisidium amnicum* (Müller), *P. cf. subtruncatum* (Malm).

Сингильские отложения представлены темно-серыми глинами и суглинками с раковинами пресноводных моллюсков *Anisus spirorbis* (Linnaeus), *Fagotia* sp., *Gyraulus* sp., *Planorbis planorbis* (Linnaeus), *Pyrgula caspia* (Eichwald), *P. dimidiata* (Eichwald), *P. spica* (Eichwald), *Pyrgohydrobia* sp., *Valvata piscinalis* (Müller), *Viviparus diluvianus* (Kunth), *Corbicula fluminea* (Müller), *Dreissena polymorpha* (Pallas), *D. caspia eichwaldi* (Issel), *Pisidium amnicum* (Müller), *Sphaerium rivicola* (Lamarck), *Unio pictorum* (Linnaeus), *U. tumidus* (Phillipson) [2].

Верхнее звено. Верхнехазарские отложения представлены морскими и аллювиальными отложениями. толщей переслаивания серых, желтовато-бурых глин, алевролитов и песков. В аллювиальных песках присутствуют многочисленные пресноводные моллюски: *Anisus spirorbis* (Linnaeus), *A. eichwaldi* (Grimm), *Bithynia tentaculata* (Linne), *Borysthenia naticina* (Menke), *Gyraulus laevis* (Alder), *Hippeutis riparius* (Westerlund), *Lithoglyphus naticoides* (Pfeiffer), *Lymnaea* sp., *Planorbis planorbis* (Linnaeus), *Pyrgula caspia* (Eichwald), *P. conus* (Eichwald), *P. dimidiata* (Eichwald), *Theodoxus (Theodoxus) pallasii* (Lindholm), *Valvata piscinalis* (Müller), *V. cf. antiqua* (Sowerby), *Viviparus diluvianus* (Kunth), *Dreissena polymorpha* (Pallas), *D. rostriformis distincta* (Andrussov), *D. caspia crassa* (Eichwald), *Pisidium amnicum* (Müller), *Sphaerium rivicola* (Lamarck), *Unio pictorum* (Linnaeus) [2].

Хвалынский надгоризонт представлен нижнехвалынскими морскими и лиманно-озёрными, верхнехвалынскими морскими и аллювиально-морскими отложениями [2]. В неморских фациях из пресноводных

моллюсков встречаются *Anisus spirorbis* (Linnaeus), *Bithynia tentaculata* (Linnaeus), *Fagotia acicularis* (Férussac), *Lithoglyphus naticoides* (Pfeiffer), *Planorbis planorbis* (Linnaeus), *Pyrgula spica* (Eichwald), *P. dimidiata* (Eichwald), *P. conus* (Eichwald), *P. caspia* (Eichwald), *P. curta* (Naliwkin), *Theodoxus (Theodoxus) pallasii* (Lindholm), *Valvata piscinalis* (Müller), *Viviparus diluvianus* (Kunth), *Dreissena polymorpha* (Pallas), *D. rostriformis distincta* (Andrussov), *D. caspia*, *D. caspia eichwaldi* (Issel), *Pisidium supinum* (A. Schmidt), *Sphaerium rivicola* (Linnaeus), *S. corneum* (Linnaeus), *Unio pictorum* (Linnaeus) [2].

Голоценовые отложения на территории Нижней Волги представлены аллювиальными, аллювиально-морскими, лагунными, делювиальными и эоловыми фациями. Аллювиальные бурые косослоистые пески и галечники содержат пресноводных моллюсков *Dreissena polymorpha* (Pallas), *Viviparus diluvianus* (Kunth), *Planorbis planorbis* (Linnaeus), *Unio tumidus* (Philippson) [8]. Аллювиально-морские (дельтовые) отложения представлены бурыми, серыми песками с редкими пресноводными моллюсками *Unio pictorum* (Linnaeus), *Lithoglyphus naticoides* (Pfeiffer), *Dreissena polymorpha* (Pallas) [8]. В лагунных отложениях встречены *Valvata piscinalis* (Müller), *Dreissena polymorpha* (Pallas), *Unio pictorum* (Linnaeus), *Sphaerium corneum* (Linnaeus) [8].

Предварительные исследования по обобщению материалов по четвертичным пресноводным моллюскам Нижневолжского региона показали, что в осадках нижнего звена неоплейстоцена преобладают представители класса Брюхоногие (Gastropoda) и они представлены семействами: Bithynidae (1 вид), Gyraulidae (1 вид) Lithoglyphidae (1 вид), Neritidae (1 вид), Planorbidae (1 вид), Pyrgulidae (1 вид), Valvatidae (2 вида), Viviparidae (1 вид), и класса Двустворчатые (Bivalvia) – Dreissenidae (3 вида), Pisidiidae (3 вида), Sphaeriidae (1 вид), Unioidea (1 вид). В осадках, сопоставленных со средним неоплейстоценом, найдены Брюхоногие (Gastropoda) – Bithynidae (1 вид), Fagotidae (1 вид), Gyraulidae (1 вид), Lithoglyphidae (1 вид), Planorbidae (2 вида), Pyrgulidae (5 видов), Pyrgohydrobia (1 вид), Valvatidae (1 вид), Viviparidae (1 вид); Двустворчатые (Bivalvia) – Corbiculidae (1 вид), Dreissenidae (3 вида), Pisidiidae (1 вид), Sphaeriidae (1 вид), Unioidea (1 вид). В осадках верхнего неоплейстоцена преобладают Брюхоногие (Gastropoda) – Anisus (2 вида), Bithynidae (1 вид), Borysthenidae (1 вид), Fagotidae (1 вид), Gyraulidae (1 вид), Lithoglyphidae (1 вид), Lymnaeidea (1 вид), Planorbidae (2 вида), Pyrgulidae (5 видов), Theodoxidae (1 вид), Valvatidae (1 вид), Viviparidae (1 вид); и Двустворчатые (Bivalvia) – Dreissenidae (4 вида), Pisidiidae (2 вида), Sphaeriidae (2 вида), Unioidea (1 вид). Почти все семейства пресноводных моллюсков известны в голоценовых и современных отложениях Нижней Волги.

Дальнейшее изучение четвертичных пресноводных моллюсков Нижневолжского региона позволит детализировать распространение пресноводной малакофауны в осадках квартера и уточнить её систематический состав.

#### Литература

1. Васильев Ю.М. Антропоген Южного Заволжья. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. (Труды ГИН АН СССР; Вып. 49) – 128 с.
2. Данукалова Г.А., Застрожнов А.С., Яковлев А.Г., Курманов Р.Г., Осипова Е.М., Штерхун В.Л. Стратиграфия квартера Астраханского свода (листы L-38-XI, XII). // Геологический сборник № 14. Информационные материалы / ИГ УНЦ РАН. – СПб: Свое издательство, 2017. – С. 40–64.
3. Жамойда А.И., Гиригорн Л.Ш., Ковалевский О.П., Олейников А.Н., Прозоровская Е.Л., Храмов А.Н., Шкатова В.К. Стратиграфический кодекс России. СПб: – Изд-во ВСЕГЕИ, 2006. – 96 с.
4. Застрожнов А.С., Данукалова Г.А., Головачёв М.В., Титов В.В., Тесаков А.С., Симакова А.Н., Осипова Е.М., С.В. Трофимова, Е.В. Зиновьев. Сингильские отложения в разрезе квартера Нижневолжского региона (Россия): новые материалы, новые представления, предварительные результаты. / Стратиграфия. Геологическая корреляция (в печати).
5. Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1999. – Вып. С. 31–41.
6. Попов Г.И. Плейстоцен Черноморско-Каспийских проливов. – М.: Наука, 1983. – 216 с.
7. Свиточ А.А., Янина Т.А. Четвертичные отложения побережий Каспийского моря. – М.: Недра, 1973. – 240 с.
8. Смагин Б.Н., Трояновский С.В. и др. Отчет по комплексной геолого-гидрогеологической и инженерно-геологической съемке масштаба 1:200000 листов – L-38-XI. XII. Геологические фонды.
9. Янина Т.А. Дидакны Понто-Каспия. – Смоленск: Маджента, 2005. – 520 с.
10. Яхимович В.Л., Немкова В.К., Дорофеев П.И., Сулейманова Ф.И., Алимбекова Л.И., Попова-Львова М.Г., Хабибуллина Г.А., Латыпова Э.К. Плейстоцен нижнего течения р.Урал. – Уфа: изд-во БФАН СССР, 1986. – 135 с.

## ТЕКТОНИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И НЕОТЕКТОНИКА БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

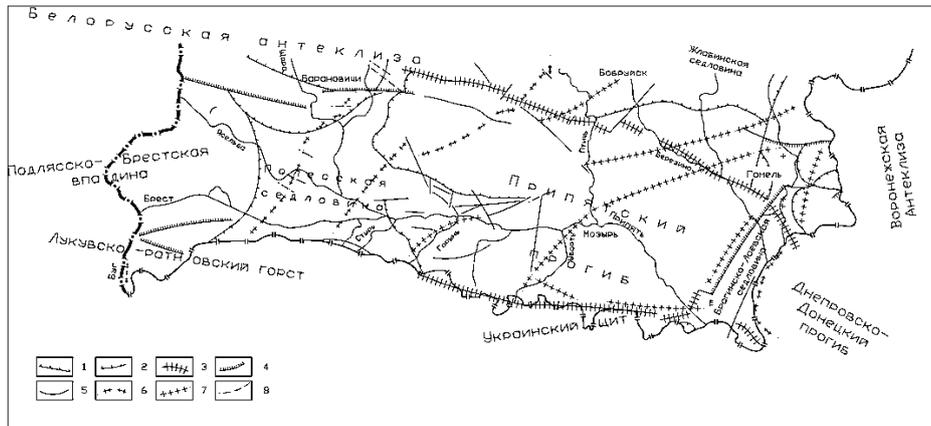
**В. Вежновец, Т.А. Мележ**

Научный руководитель старший преподаватель Т. А. Мележ

**Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, г. Гомель,  
Республика Беларусь**

Белорусское Полесье занимает, согласно физико-географическому районированию Беларуси юг страны – большая часть Брестской и Гомельской области и крайний юг Минской областей. Регион сформировался на территории с относительно глубоким залеганием кристаллического фундамента. Для региона характерно сложное и неоднородное тектоническое строение кристаллического фундамента, некоторые блоки которого опущены на глубину до 4-6 км во впадинах, а некоторые приподняты до 115 м над уровнем моря (Микашевичско-Житковичский выступ). В пределах Белорусского Полесья выделяются следующие

тектонические структуры: восточная часть Подляско-Брестской впадины, Полесская седловина, Припятский прогиб, Брагинско-Лоевская седловина, с севера заходят склоны и отроги Белорусской антеклизы, Жлобинская седловина, с востока – склоны Воронежской антеклизы, с юго-востока – Днепроовско-Донецкий прогиб, с юга – Украинский щит и Луковско-Ратновский горст Вольно-Азовской плиты (рис. 1).



**Рис. 1** *Схема тектонического районирования территории Белорусского Полесья (1 – крупнейшие надпорядковые структуры: авлакогены, антеклизы, синеклизы; 2 – крупные (первого порядка). Разломы: проникающие в чехол (3 – суперрегиональные, 4 – региональные, 5 – субрегиональные и локальные) и не проникающие в чехол (6 – суперрегиональные, 7- региональные, 8 – субрегиональные и локальные)*

В пределах основных структурных элементов сформировано значительное количество более мелких структур и зон разрывных нарушений, которые различаются по степени дифференциации тектонических движений.

Подляско-Брестская впадина (расположена на юго-западе Белорусского Полесья) с севера и юга ограничена Свислочским и Северо-Ратновским разломами, здесь выделяется сеть локальных разломов северо-восток-юго-западного и субширотного простирания, делящих впадину на серию ступеней и блоков. Для Полесской седловины характерна слабая дифференциация тектонических движений, здесь выделено ограниченное количество мелких структурных элементов и зон разрывных нарушений. Сложное тектоническое строение характерно для Припятского прогиба. Он отделен от Украинского щита Южно-Припятским краевым разломом, на севере проходит Северо-Припятский краевой разлом, также выделяется густая сеть разрывных нарушений различного ранга. Припятский прогиб – субширотно вытянутый грабен, расположенный между переклиналями Белорусской и Воронежской антеклизы и Жлобинской седловины на севере и Украинским щитом на юге. В тектоническом строении Припятского прогиба выделяют три тектонические зоны: северную и южную с относительно простым тектоническим строением поверхности фундамента и подсолевых отложений и центральную – интенсивно раздробленную на мозаичную систему пликвативно-блоковых структур, ограниченных разрывными нарушениями различного простирания.

К неотектоническому этапу геологического развития территории Белорусского Полесья (и Беларуси в целом), относят интервал времени с позднего олигоцена до настоящего времени (продолжительность около 30–32 млн лет). Начало неотектонического этапа совпадает с важным палеогеографическим рубежом – исчезновением последнего (раннеолигоценового харьковского) морского водоёма и окончательным установлением в позднем олигоцене (хатт) континентальных условий. Рассматриваемая территория практически полностью относится к Восточно-Европейскому кратону и Западно-Европейской платформе в составе Евразийской литосферной плиты. По результатам неотектонического районирования на западе Восточно-Европейского кратона выделяются следующие крупные новейшие структуры: Фенноскандинавский щит, Воронежско-Тверская и Украинская антеклизы, Балтийско-Белорусская и Днепровская синеклизы. Центральное положение занимает обширная Балтийско-Белорусская синеклиза, в пределах которой практически полностью расположена территория Белорусского Полесья. Юго-восток и восток Балтийско-Белорусской синеклизы занимает Литовско-Эстонская моноклиналь. Далеко на юго-восток, в сторону Днепровской синеклизы, уходит относительно опущенный Березинский структурный залив. На юге синеклизы выделяется неотектоническая Припятская ступень, наложенная на более древние палеозойские формы. В состав Припятской ступени входит ряд неотектонических структур субрегионального уровня: Червоноозерский и Дрогичинский структурные носы, Лельчицкий выступ, а также многочисленные локальные структуры.

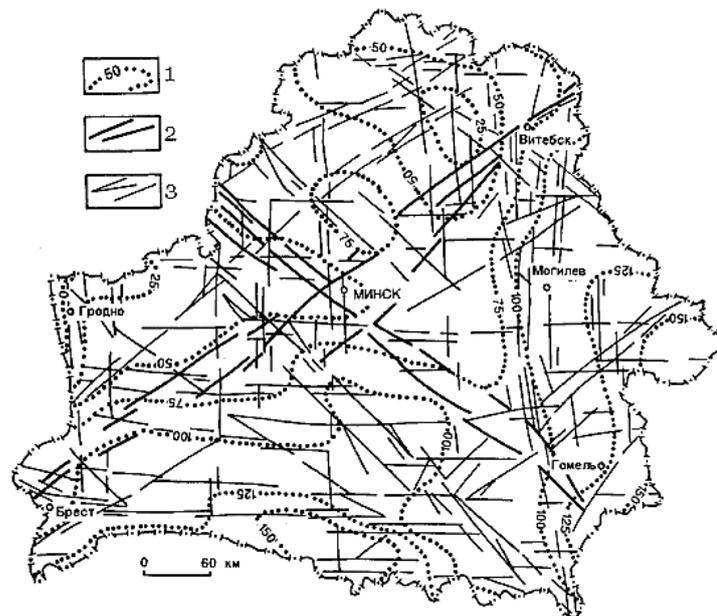
Для территории Припятской ступени в целом характерна весьма небольшая (около 20–30 м) мощность отложений ледниковой формации, что в несколько раз меньше этого показателя на северо-западе Беларуси (Литовско-Эстонская моноклиналь). На площади Припятской ступени достаточно полно представлены отложения всех новейших формаций [1]:

1. Буроугольная формация позднего олигоцена-среднего миоцена, образует две основных площади: на востоке допозднеолигоценовой Подляско-Брестской впадины и на западе Припятского прогиба. Мощность буроугольной формации в пределах первой из площадей достигает 90 м, второй – 122 м. В конце периода формирования буроугольной формации (средний миоцен) погружение (до 30 м) испытывала восточная и юго-

восточная части Подляско-Брестской впадины, северная прибортовая часть Припятской впадины (Любань, Слуцк), зона ее сочленения с Полесской седловиной (Красная Слобода), территория, примыкающая к северному и южному бортам Житковичского горста (Червоное озеро, Житковичи, Бринев).

2. Глинисто-алевритовая формация (конец среднего миоцена – ранний плейстоцен) на территории Припятской ступени наследует более ранний (буроугольный – позднеолигоцен-среднемиоценовый) этап, причем площадь седimentации значительно расширяется и смещается к северу и северо-востоку, хотя мощность отложений редко превышает 20-25 м (максимальные значения – до 50 м). Наибольшие мощности и соответствующие им амплитуды неотектонического опускания в этот период достигают 50 м и более (восточная часть Подляско-Брестской впадины, Червонослободско-Малодушинская, Шестовичско-Сколодинская, Наровлянско-Ельская ступени Припятского прогиба).

Наиболее приподнятые участки в пределах моноклинали очерчиваются изобазой 100 м (рис.2), оконтуривая две области значительных поднятий – Южно-Белорусскую (к югу от линии Мозырь–Старые Дороги–Слуцк–Старобин–Ружаны–Пружаны–Брест) и Восточно-Белорусскую (восточнее долины Днепра). В пределах этих областей воздымание превышало 100 м и достигало 150-170 м [2].



**Рис. 2** Неотектоническая карта Беларуси: 1 – изобазы суммарной деформации (м) за новейший этап (поздний олигоцен–голоцен); 2 – активные разломы первого порядка (суперрегиональные); 3 – активные разломы второго и более мелкого порядка [2]

На неотектоническом этапе произошла существенная перестройка структурного плана территории Беларуси: более чем на 100 м приподнялись южные и восточные районы и относительно отставали западные и северо-западные. В результате возникла новейшая моноклинал (амплитуда перегиба до 170–200 м), на фоне которой выделяется ряд локальных структур. Ход новейших движений определяло формирование в последние 0,4 млн. лет Балтийской системы грабеноподобных понижений между воздымающимися Украинско-Воронежским и Фенно-Скандинавским сводами.

#### Литература

1. Карабанов А.К. Новейшая геодинамика и неотектоника Беларуси. Курс лекций. Минск. – 224 с.
2. Левков Э.А., Карабанов А.К. Неотектоника Беларуси. – Минск. – С. 119–126.

### ЛИТО- И ХЕМОСТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ СОПОСТАВЛЕНИЕ ВЕРХНЕЮРСКИХ ПОРОД БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ И ПРОМЗИНСКОЙ ТОЛЩИ РУССКОЙ ПЛИТЫ

**А.И. Галиакберов, Л.Ф. Максютова**

Научный руководитель профессор С.О. Зорина

**Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия**

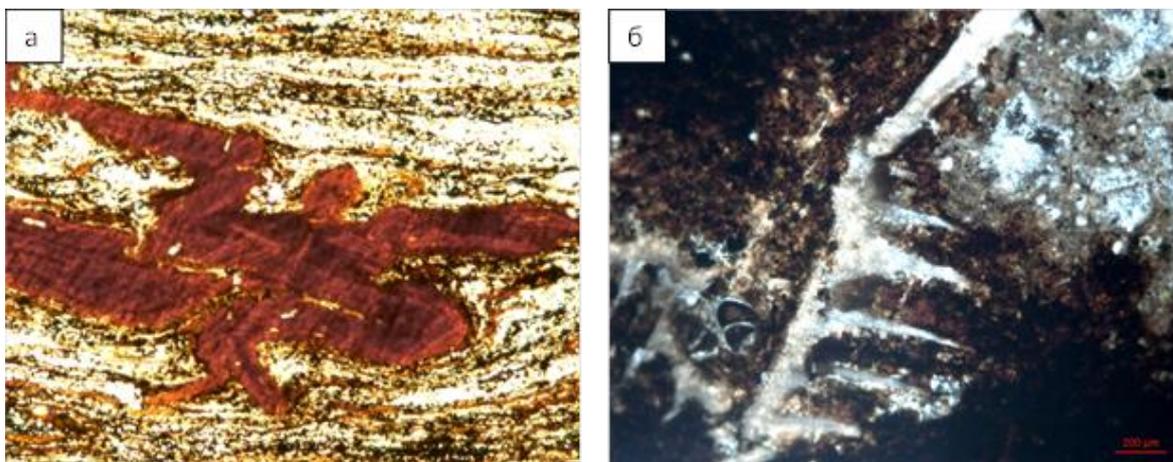
Поздняя юра, как известно, была эпохой наиболее интенсивного формирования высокоуглеродистых нефтематеринских толщ [6]. Черносланцевые формации этого возраста распространены в осадочных последовательностях Тетиса, Североморского региона, восточной Гренландии, Мексиканского залива, запада Южной Америки, Русской плиты [1], Западной Сибири [6] и даже в аккреционных комплексах Японии.

Задачей настоящего исследования явилось сопоставление вещественного состава и микроструктуры высокоуглеродистых слоев баженовской свиты Западно-Сибирской плиты и ее хроностратиграфического аналога - промзинской толщи Русской плиты для выявления сходств и различий условий их накопления.

Образцы битуминозных сланцев промзинской толщи из Татарско-Шатрашанской скважины (восток Русской плиты) и баженовской свиты из скважины 8227 (запад Западно-Сибирской плиты) были изучены комплексом методов, в который входили: петрографический, рентгеновский количественный фазовый (РКФА), геохимический элементный, электронно-микроскопический и микронзондовый анализы. Все исследования выполнены в лабораториях Института геологии и нефтегазовых технологий Казанского (Приволжского) федерального университета.

О степени дефицита кислорода можно судить по сохранности фрамбOIDов пирита в микроструктуре пород [2]. Целые фрамбOIDы с заключенным внутри них органическим веществом (ОВ) свидетельствуют о полном отсутствии доступа кислорода и сероводородном заражении бассейна. Они встречаются в составе как промзинских, так и баженовских высокоуглеродистых алевролитов. Распавшиеся фрамбOIDы, также обнаруженные в обилии в исследуемых образцах, свидетельствуют о том, что ОВ окислилось, вследствие чего микрокристаллы потеряли связующий материал и рассеялись по породе. Это признак начинающейся оксидизации водной среды, проявившейся в обоих бассейнах. В отличие от Западно-Сибирского бассейна, на Русской плите отмечается обилие фаунистических остатков по всей промзинской толще, что может свидетельствовать о частом чередовании условий сероводородного заражения и оксидизации водных масс.

С вышеприведенными выводами согласуются и петрографические данные (рис. 1). На устойчивую аноксию при накоплении баженовской свиты указывает обилие ОВ растительного происхождения и отчетливая ламинированная микроструктура (рис. 1 а), тогда как выявленное в составе промзинских битуминозных алевролитов обилие раковинного детрита (рис. 1 б) свидетельствует о создании условий, благоприятных для существования биоты.



**Рис. 1** Изображения битуминозных алевролитов в илифах: а) растительная частица в баженовских алевролитах, увеличение  $\times 200$ , николи параллельны; б) органические остатки в промзинских алевролитах, увеличение  $\times 50$ , николи скрещены.

Сравнение концентраций химических элементов в изученных образцах промзинской толщи и баженовской свиты со значениями средних содержаний элементов в баженовской свите [5] показало уверенную сходимость концентраций всех элементов, за исключением некоторых элементов (Cs, Rb, Ba) в образцах промзинской толщи (рис. 2 а, б). Сходное геохимическое поведение элементов в одновозрастных высокоуглеродистых слоях двух различных, не связанных между собой, осадочных бассейнах объясняется близкими условиями среды в этих бассейнах, а отклонение по отдельной группе элементов, по-видимому, вызвано более высокой карбонатностью промзинских битуминозных сланцев по сравнению с баженитами.

Для выявления особенностей условий формирования баженовской свиты и промзинской толщи были рассчитаны геохимические коэффициенты – индикаторы фациальных особенностей среды:  $Ti/Zr$  отношение, используемое для оценки дальности переноса терригенного материала,  $La/Yb$ , позволяющее сделать выводы о вариациях глубины палеобассейна,  $Sr/Ba$  - индикатор палеосолености [3]. Установлено, что алевролиты баженовской свиты накапливались в опресненной части бассейна, которая располагалась в шельфово-прибрежной области с незначительными глубинами. Битуминозные сланцы промзинской толщи формировались в условиях соленого шельфового моря на более значительном удалении от береговой линии.

Главным следствием аноксических обстановок двух крупнейших бассейнов Евразии в поздней юре, и, как следствие, общим признаком пород исследованных образцов является высокое содержания ОВ – 5,1 % в среднем по баженовской свите [6] и до 20% - в промзинской [4]. Основное же различие данных толщ заключается в том, что, в отличие от баженовских алевролитов, изначально высокий потенциал нефтепродуктивности промзинской толщи не был реализован на Русской плите. После исчезновения аноksии произошло рассеивание ОВ, его эрозионный размыв и вынос сильными течениями, которыми отличалось крайнее мелководное Среднерусское море в поздневожское время.

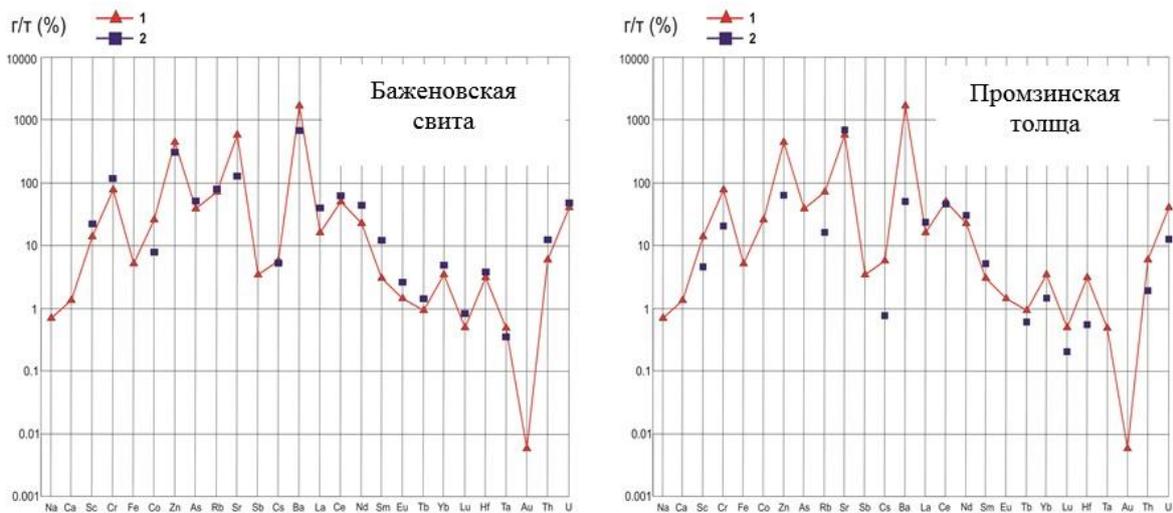


Рис. 2 Сопоставление средних содержаний химических элементов в породах баженовской свиты по [4] и изученных образцах: баженовской свиты [4] и промзинской толщи.

Литература

1. Гаврилов Ю.О., Щепетова Е.В., Барабошкин Е.Ю., Щербинина Е.А. Аноксический раннемеловой бассейн Русской плиты: седиментология и геохимия // Литология и полезные ископаемые. – 2002. – № 4. – С. 359–380.
2. Галиакберов А.И., Максютова Л.Ф. Лито- и хроностратиграфическое сопоставление пород баженовской свиты верхней юры Западной Сибири и промзинской толщи Русской плиты // Геология в развивающемся мире: сб. науч. тр. (по материалам X Междунар. науч.- практ. конф. студ., асп. и молодых ученых): в 2 т. / Под ред. Р. Р. Гильмутдинов; – Пермь, 2017. – Т.1. – С. 145–146.
3. Шатров В.А., Войцеховский Г.В. Индикационные возможности микроэлементов для реконструкций обстановок образования меловых толщ (на примере Воронежской антеклизы) / В.А. Мусатов (ред.) // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии: Сборник материалов третьего всероссийского совещания. – Саратов, СО ЕАГО. – 2006. – С. 152–153.
4. Щепетова Е.В. Седиментология и геохимия углеродистых толщ верхней юры и нижнего мела Русской плиты. Автореферат. Дис. канд. геол.-минер. наук. – М., 2011. – 27 с.
5. Ketris M.P., Yudovich Ya.E. Estimates of Clarks of Carbonaceous biolithes: World averages for trace elements in black shales and coals // International Journal of Coal Geology. – 2009. – Vol. 78. – No. 2. – P. 135–148.
6. Vyshemirskii V.S., Kontorovich A.E. Cyclic character of oil accumulation in the Earth's history // Geologiya Geofizika. – 1997. – Vol. 38. – P. 907–918.

**ВЕТРОВОЕ РЕЛЬЕФО- И ОСАДКООБРАЗОВАНИЕ ДОЛИНЫ Р. СЕЛЕНГИ (ЗАПАДНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)**

**З.В. Галсанов<sup>1</sup>, Р.Ц. Будаев<sup>2</sup>, В.Л. Коломиец<sup>1,2</sup>**

Научный руководитель к.г.-м.н. Р.Ц. Будаев

<sup>1</sup>Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ, Россия

<sup>2</sup>Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия

Долины Селенги и ее крупных притоков – Чикоя, Хилка и Джиды (в нижних течениях) имеют субмеридиональное простирание, антецедентно пересекая горные хребты. По долинам названных водотоков прослеживается комплекс надпойменных террас и слабонаклонных увалов, выполненных мощной толщей (до 60–70 м) плейстоценовых песчаных и близких к ним по составу пород, явившихся основой для возникновения и развития эолового морфолитогеоза данного района. Антецедентные участки долин, как правило, относительно узкие (до 1 км), в их пределах наблюдается усиление ветров. Антецедентная долина Селенги, сформировавшаяся при пересечении Боргойского хребта, имеет ширину около 1 км. На этом участке долины наблюдается дефляция поверхности 7–8-метровой надпойменной террасы площадью 1–1.5 км<sup>2</sup>.

Южнее антецедентного отрезка долины в пределах Убур-Дзакройского структурного понижения наблюдается значительное снижение абсолютной высоты поверхности высокой озерно-речной надпойменной террасы, произошедшее в процессе ее дефляции. Как было установлено нами ранее, на этой площади встречается несколько субпараллельных полос дефляционных котловин шириной до 100 м и глубиной 3–6 м, вытянутых в юго-юго-восточном направлении.

Поверхность 40-метровой надпойменной террасы на правом берегу р. Селенги в этом понижении моделирована ветровыми процессами, встречаются накидные дюны (от 1.5 до 4–6 м высоты). Дефляционные

котловины имеют глубину до 8–10 м, длину 300–400 м и ширину до 150 метров. Продольные оси котловин (до 4–5 субпараллельных рядов) ориентированы в субмеридиональном направлении к предгорьям хр. Хангидай. Разрез осадочной толщи верхней части этой террасы (в 4 км к югу от с. Дэбэн) до глубины 3.2 м сложен эоловыми образованиями, состоящими из мелкозернисто-алевритовых песков (средневзвешенный размер частиц,  $x=0.15$  мм), перемежающихся четырьмя горизонтами погребенных почв, что свидетельствует о неоднократной активизации эоловых процессов в голоцене.

Пески имеют совершенную сортировку (стандартное отклонение,  $\sigma=0.11$  мм), что определяет значительный путь переноса субстрата воздушными потоками. Положительная асимметрия и правостороннее смещение моды осадка по отношению к медиане (статистический коэффициент асимметрии,  $\alpha=2.29$ ) указывает на повышенный энергетизм среды осадкообразования. Численные показатели эксцесса ( $\tau=10.76$ ) характеризуют определенное постоянство неотектонических явлений, превышение скорости обработки принесенного дезинтегрированного вещества над привносом ввиду его недостатка.

В 1.5 км к юго-востоку от с. Дэбэн в створе этих котловин расположен массив оголенных движущихся песков площадью около 2 км<sup>2</sup>. Эоловые формы представлены как закрепленными растительностью, так и движущимися по периферии массива дюнами подковообразной формы, имеющими следующие морфометрические параметры: длина – 100–150 м, ширина 40–60 м, высота 6–10 м. Направление перемещения незакрепленных дюн с севера на юг. В расчистке, заложенной в тыловой части центрального сегмента одной из дюн, до глубины 3 м вскрыто косослоистое переслаивание ( $200^\circ \angle 20-30^\circ$ ,  $200^\circ \angle 24^\circ$ ) мелкозернисто-алевритовых ( $x=0.15$ ), алевритово-мелкозернистых ( $x=0.16$ ) и мелкозернистых ( $x=0.19$  мм) песков с мощностью прослоев от 0.5 до 3 сантиметров. Пески характеризуются совершенной и хорошей сортировкой ( $\sigma=0.09-0.12$  мм), сдвигом моды в сторону крупных частиц ( $\alpha=0.19-1.25$ ) и плюсовым эксцессом ( $\tau=0.13-6.34$ ). Снижение числовых значений последнего прямо указывает на очень подвижный характер аккумуляции, обусловленный, либо эндогенной, а возможно и внешней (климатической) составляющей, которые в совокупности привели к усилению эрозионно-денудационных процессов в исследуемом районе. Примечательной особенностью статистических параметров песков являются значения их коэффициента вариации ( $v=0.45-0.76$ ), которые принадлежат сектору совмещения аллювиальных и озерных условий аккумуляции отложений водного парагенетического ряда континентальных осадочных образований. Следовательно, несмотря даже на неоднократную деструкцию наносов источником для образования толщ эолового происхождения все-таки являлись псаммиты аквального генезиса, слагающие осадочные тела террасового комплекса р. Селенги.

Самое широкое развитие эоловый рельеф получил в 3 км к северо-северо-востоку от с. Дэбэн, на северной окраине урочища Харьте-Дэбэн. Здесь на площади не менее 2 км<sup>2</sup> отмечается пять субмеридионально вытянутых полос дефляционных котловин шириной 60–80 м и глубиной 3–6 метров. Разделяющие их эоловые гряды с бугристой поверхностью чуть большей ширины достигают в высоту 8–10 метров. Далее на восток, наряду с площадями, подверженными ветровому развеванию, встречены отдельные участки террасы размером от 400 до 600 м, не затронутые дефляцией.

Эоловые образования развиты не только в днище Усть-Джидинской впадины, но и вдоль подножий обрамляющих ее хребтов. Так, в 2 км к юго-востоку от с. Нур-Тухум на подгорном шлейфе Хурайского хребта располагается массив кучевых песков с перепадами высот до 5–6 м, заросший кустарником и сосновым лесом.

Южнее этого массива, эоловые пески залегают на северо-западном и юго-восточном склонах, а также на водоразделе Хурайского хребта. На северной окраине с. Калинишна распространен массив эоловых песков, покрывающим сплошным плащом днище и склоны эрозионных форм рельефа. Дефляционные котловины имеют глубину 2–2.5 м, ширину – 150–200 м. Эоловые бугры высотой от 2–3 до 4–5 м, длиной до 200 м, и шириной от 10 до 25 м вытянуты меридионально. Один из ветровых бугров вскрыт до глубины 2.5 м, в котором наблюдаются коричневые песчаные алевриты, алевро-мелкозернистые и мелкозернистые бестекстурные пески ( $x=0.13-0.22$  мм). Отложения имеют очень хорошую и хорошую сортировку материала ( $\sigma=0.10-0.22$ ), что свидетельствует о значительном переносе субстрата воздушными потоками в среде, обладавшей существенным энергетическим потенциалом (статистический коэффициент асимметрии,  $\alpha=4.96-5.98$ ). Неотектонические условия были устойчивыми, что подтверждается резко положительными параметрами эксцесса ( $\tau=60.40-89.46$ ). Тем не менее, значения коэффициента вариации ( $v=0.71-0.76$ ) данных отложений принадлежат комплексному аллювиально-озерному генезису.

В Усть-Джидинской впадине на правом берегу р. Джиды изучен массив песчаных отложений 17–20-метровой надпойменной террасы, моделированный с поверхности эоловыми явлениями в полосе 0.5–0.6 км от бровки террасы. Дефляционные котловины имеют глубину до 2–4 м, длина их достигает 150–200 м, ширина – до 150 м. Аккумулятивные формы в виде бугров имеют высоту 5–7 м, ширину – 25–40 м и длину 150–200 м. Оси форм вытянуты в южно-юго-западном направлении. Здесь же в овраге, расчленяющем поверхность террасы, вскрыт разрез глубиной 3.2 м, состоящий из тонко-мелкозернистых песков, в котором вскрываются пять горизонтов погребенных почв.

На правом берегу Селенги, у подножья Хурайского хребта встречаются дефляционные котловины глубиной до 3–5 м, вытянутые субмеридионально. Южнее Усть-Джидинской впадины, у подножья хр. Бургутуй расположен массив древних эоловых отложений площадью более 200 км<sup>2</sup>, представленный кучевыми песками, закрепленными древесной растительностью, высотой до 12–14 м. В период формирования кучевых песков преобладали ветра северных румбов, вследствие чего крутизна северных наветренных склонов не превышает 4–6°, а южных подветренных – 26–30°.

На правом берегу р. Селенга в 3 км от с. Билютай расположен массив эоловых песков площадью 1–1.5 км<sup>2</sup>. Дефляционным процессам подвержена 6–8-метровая надпойменная терраса. Аккумулятивные формы рельефа представлены дюнами высотой до 5–7 м, длиной до 150–200 м и шириной – 80–100 м. У многих дюн

склоны оголены, кроме того у некоторых крупных подковообразных дон в центральной части наблюдается вложение более мелких аккумулятивных форм рельефа. Длинные оси форм вытянуты субмеридионально вдоль долины. Горной выработкой вскрыты тонко-мелкозернистые пески неясно-слоистой текстуры ( $x=0.21-0.23$  мм) светло-коричневого цвета. Отложения имеют очень хорошую сортировку ( $\sigma=0.15-0.16$ ), которая сформировалась в результате существенного переноса материала от коренных мест первоначального залегания аквального генезиса ( $v=0.71-0.72$ ). Неотектонический фон среды седиментации был очень устойчив (возрастание значений эксцесса до первых сотен единиц) при заметном ее энергетизме ( $\alpha > 0$ ).

Выше изложенные материалы свидетельствуют о субмеридиональном направлении локальных ветров в долине Селенги в аридные периоды голоцена. Господствующие северо-западные ветра при вхождении в антецедентную долину Селенги в Боргойском хребте меняли направление своего движения на субмеридиональное. В Усть-Джидинской межгорной впадине ветра теряли скорость и, перевалив через южное горное обрамление впадины, они осаждали влекомый эоловый материал у подножья хр. Бургутуй. Подобный же механизм формирования эолового мезорельефа был характерен и для долин Чикоя и Хилка, где древние кучевые пески отложились в предгорьях Малханского хребта [1].

На южном замыкании Гусиноозерской впадины в междуречье рр. Селенга и Чикой имеет место наиболее крупная площадь распространения деградированных земель, связанная в том числе и с воздействием антропогенной нагрузки (распашка целинных земель, перевыпас скота, пожары и др.). Здесь расположены низкогорные отроги Боргойского хребта, протягивающегося в юго-западном направлении до бассейна р. Джиды. В долине р. Селенга эоловые процессы развиты на правобережье, они охватывают террасовый комплекс и низкогорный массив на междуречье Селенги и Чикоя. Типичное строение и характер эоловых мезоформ рельефа описан нами вблизи с. Ёнхор. В 2 км к юго-западу от села, в приустьевой части пади Барун-Хундуй распространена 20–22-метровая терраса Селенги, переработанная с поверхности ветровыми процессами. Отмечаются два разновозрастных комплекса эоловых мезоформ рельефа: современный и древний.

Современный эоловый комплекс представлен дефляционными котловинами и буграми навевания, вытянутыми в юго-восточных румбах, вдоль простирания пади Барун-Хундуй. Древний эоловый комплекс распространен по днищу и склонам пади Барун-Хундуй. Эоловые отложения залегают в виде «плаща» до абсолютной высоты 700–720 м, т.е. на 150–170 м выше уреза воды р. Селенга. На склонах пади встречаются многочисленные дефляционные котловины и бугры навевания, сформировавшиеся, вероятно, в периоды более поздней активизации эоловых процессов.

В заключение следует отметить, что резкое снижение объемов сельскохозяйственного производства в последние десятилетия благоприятствовало самозарастанию многих массивов перемещаемых песков в исследованном районе. Тем не менее, засушливость климата и большая ветреность в весенний и осенний периоды способствуют сохранению на отдельных участках движущихся песков. Кроме того, вблизи населенных пунктов (сс. Дэбэн, Нур-Гухум и др.) наблюдается развитие дефляционных процессов, что связано с антропогенными факторами (дорожное строительство, распашка земель, перевыпас скота и др.).

#### Литература

1. Будаев Р.Ц., Коломиец В.Л. Ветровой морфолитогенез и климатические ритмы Юго-Западного Забайкалья в финале неоплейстоцена и голоцене // Известия Самарского научного центра РАН. – 2015. – Т. 17, № 6. – С. 174–179.
2. Будаев Р.Ц., Коломиец В.Л. Особенности формирования эолового мезорельефа Западного Забайкалья в голоцене // Евразия в кайнозое. Стратиграфия, палеоэкология, культуры. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2016. – Вып. 5.– С. 77–82.

### **СОБЫТИЙНЫЕ УРОВНИ ВЕРХНЕЙ ЮРЫ – НИЖНЕГО МЕЛА УЛЬЯНОВСКО-САРАТОВСКОГО ПРОГИБА (ВОСТОК РУССКОЙ ПЛИТЫ)**

**Р.И. Джалмуханова, С.О. Зорина, А.И. Галиакберов, Г.М. Зарипова**

Научный руководитель доцент С.О. Зорина

**Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия**

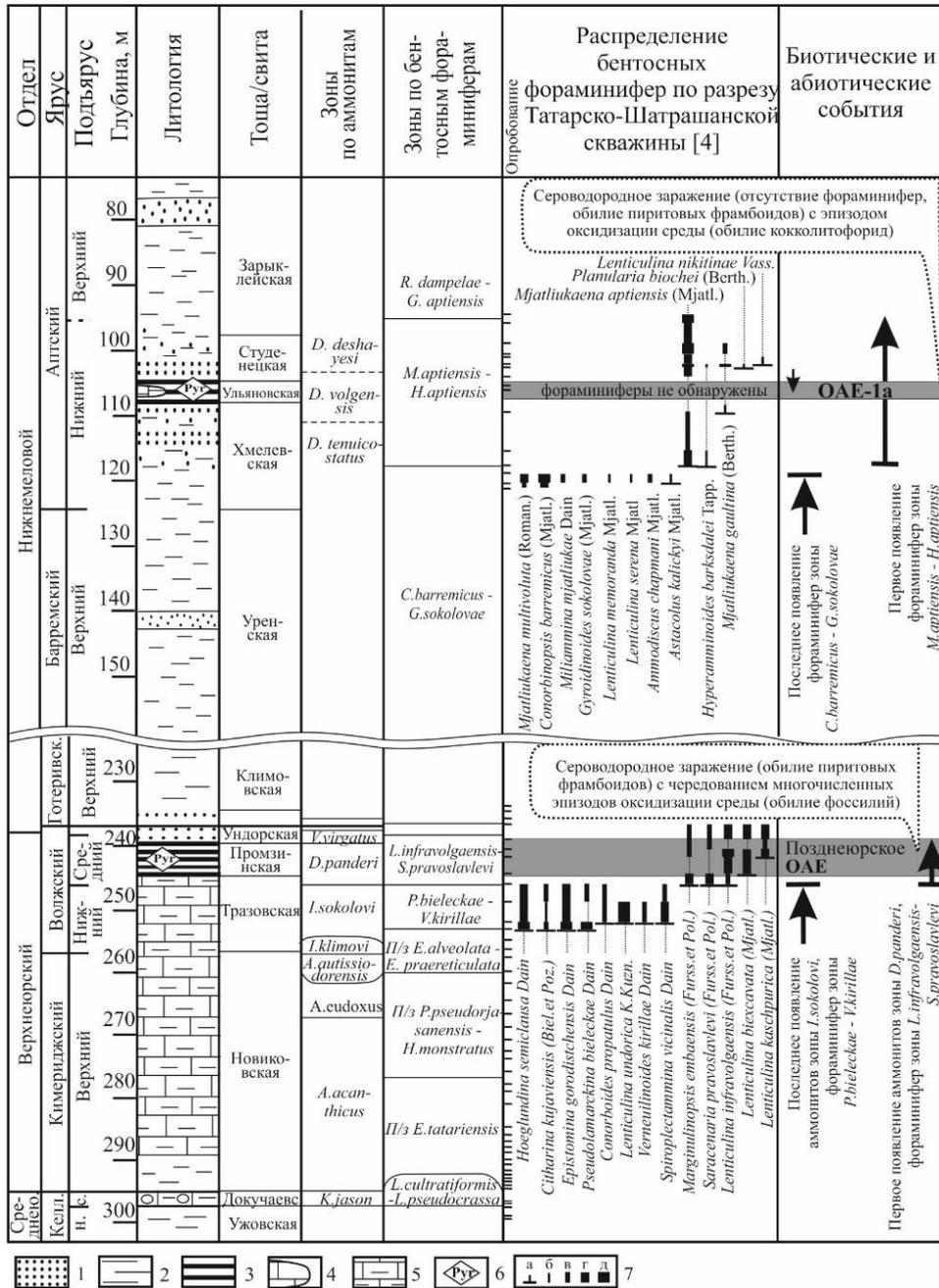
Как известно, океанские аноксические события (ОАЕ - Oceanic Anoxic Event) проявлены эпизодическим дефицитом кислорода и отложением высокоуглеродистых осадков [5]. Позднеюрские–раннемеловые событийные горизонты описаны в самых разнообразных фациальных зонах осадочных бассейнов Евразии [2] и даже в аккреционных призмах Японии [3]. В разрезе они повсеместно отмечены битуминозностью и ламинацией слоев, связанными с аноксией бассейна.

В мезозойском разрезе Ульяновско-Саратовского прогиба (УСП) (восток Русской плиты) выявлено два черносланцевых горизонта – ульяновская толща нижнего апта нижнего мела и промзинская толща средневожского подъяруса верхней юры, образование которых связано с проявлением раннеаптского ОАЕ-1а и позднеюрского ОАЕ соответственно. Ульяновская и промзинская толщи обладают высоким корреляционным потенциалом, так как повсеместно распространены в УСП и являются региональными реперами в силу специфического литологического состава (представлены битуминозными расланцованными алевролитами и глинами) и высокого содержания  $C_{org}$  (в ульяновской – до 7,6% [6], в промзинской – до 20% [1]). Оба горизонта вскрыты опорной скважиной, пробуренной на северо-востоке УСП у с. Татарские Шатрашаны (рис. 1). Задачей настоящего исследования было изучение особенностей вещественного состава и микроструктуры пород для

# СЕКЦИЯ 1. ПАЛЕОНТОЛОГИЯ, СТРАТИГРАФИЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ

реконструкции условий осадконакопления и механизма влияния глобальных аноксических событий на обстановки среднеюрско-раннемелового эпиконтинентального бассейна Русской плиты.

На базе лабораторий института геологии и нефтегазовых технологий Казанского (Приволжского) федерального университета было проведено изучение вещественного состава обоих вышеуказанных высокоуглеродистых горизонтов, вскрытых Татарско-Шатрашанской скважиной: 1) нижнеаптских битуминозных сланцев ульяновской толщи и 2) средневолжских битуминозных сланцев промзинской толщи.



**Рис. 1** Фрагменты литобиостратиграфического расчленения разреза Татарско-Шатрашанской скважины и реконструкция биотических и аноксических событий.

Условные обозначения: 1 - алевролиты; 2 - глины; 3 - битуминозные сланцы; 4 - конкреции известняков; 5 - мергели; 6 - пиритовые фрамбониды; 7 - встречаемость фораминифер в образце; а - единичные (1-5 экземпляров), б - редко (6-10), в - обычно (11-15), г - обилие (более 15).

По результатам проведенных исследований установлено, что раннеаптское ОАЕ 1а проявилось в накоплении маломощной (4-5 м) ульяновской толщи, представленной рассланцованными битуминозными алевролитами с прослоем конкреционных известняков [6] (рис. 1). По своему стратиграфическому положению ульяновская толща соответствует зоне *D. volgensis*. Бентосные фораминиферы, выявленные в подстилающих и

перекрывающих глинах, отсутствуют в битуминозных слоях ульяновской толщи. Ламинация пород указывает на расслоение водной массы, прекращение процесса ее перемешивания и равномерного обогащения кислородом [4]. Последнее привело к полному замору микробентоса.

Средневожские битуминозные сланцы промзинской толщи, принадлежащие зоне *D. panderi* среднего подъяруса волжского региона, по своему вещественному составу и микроструктуре также являются индикаторами аноксических условий в морском бассейне. На это указывает высокое содержание  $C_{org}$  – до 20% [1] и тонкая ламинированность слоев.

Характерным микрокомпонентом пород обоих черносланцевых уровней являются плотно упакованные фрамбониды пирита, наполовину состоящие из органического вещества. По их сохранности можно судить о степени дефицита кислорода. Целые фрамбониды с заключенным внутри них органическим веществом (ОВ) свидетельствуют о сероводородном заражении бассейна, т.е. о полном отсутствии доступа кислорода в бассейн. Они встречаются в составе как промзинских, так и ульяновских высокоуглеродистых алевролитов. Распавшиеся фрамбониды, обнаруженные в обилии только в промзинских алевролитах, свидетельствуют о том, что ОВ окислилось, вследствие чего микрокристаллы потеряли связующий материал и рассеялись по породе. Это признак начинающейся оксидизации водной среды.

В отличие от пиритовых фрамбонидов, выявленных в нижеаптских алевролитах, фрамбониды промзинской толщи имеют ярко выраженный «бактериальный» облик. Как целые, так и распавшиеся различны покрыты биогенной пленкой, что делает фрамбонид похожим на кокон. Фрагменты распавшихся фрамбонидов представляют собой бесформенные скопления пиритовых микрокристаллов, покрытые биогенной оболочкой. Наличие пленок свидетельствует об идеальных условиях для сохранения органического вещества, т.е. об отсутствии кислородной циркуляции на дне бассейна. С другой стороны, не отмечается полного отсутствия бентосной микрофауны в промзинских слоях, а лишь эпизодическое сокращение численности популяции фораминифер (рис. 1). Следовательно, для средневожского ОАЕ характерны аноксические условия, при которых было частичное смешение водных слоев и чередование условий полного сероводородного заражения бассейна с периодами слабой вентиляции.

Пропластки известняков в битуминозных сланцах ульяновской толщи состоят из скелетов кокколитофорид хорошей и средней сохранности, среди которых идентифицированы *Rhagodiscus angustus* (Stradner, 1963), *Stradnerlithus geometricus* (Górka, 1957), *Watznaueria barnesiae* (Black & Barnes, 1959), принадлежащие к раннеаптской нанопланктонной зоне *Rhagodiscus angustus* (NC7) [6].

Известняки являются свидетельством кратковременной оксидизации и восстановления нормально морских условий, в которых «расцвел» нанопланктон. Однако этот эпизод был, по-видимому, непродолжительным, т.к. произошло восстановление прежних условий, характерных для ОАЕ 1а – стагнации и сероводородного заражения.

#### Литература

1. Щепетова Е.В. Седиментология и геохимия углеродистых толщ верхней юры и нижнего мела Русской плиты. Автореферат. Дис. канд. геол.-минер. наук. – М., 2011. – 27 с.
2. Erba E. Calcareous nannofossils and Mesozoic oceanic anoxic events // *Marine Micropaleontology*. – 2004. – V. 52. – P. 85–106.
3. Nozaki T., Kato Y., Suzuki K. Late Jurassic ocean anoxic event: evidence from voluminous sulphides deposition and preservation in the Panthalassa // *Scientific Reports*. – 2013. – V. 3, 1889. DOI: 10.1038/srep01889.
4. Oschmann W. Black shales. Reitner J., Thiel V. (Eds.). *Encyclopedia of Geobiology*. Dordrecht: Springer Science+Business Media B.V. – 2011. – P. 201–210.
5. Schlanger S.O., Jenkyns H.C. Cretaceous oceanic anoxic events: causes and consequences // *Geologie en Mijnbouw*. 1976. – V. 55. – P. 179–184.
6. Zorina S. O., Pavlova O.V., Galiullin B.M., Morozov V.P., Eskin A.A. Euxinia as a dominant process during OAE1a (Early Aptian) on the Eastern Russian Platform and during OAE1b (Early Albian) in the Middle Caspian // *Science China. Earth Sciences*. – 2017. – V. 60. – Is. 1. – P. 58–70.

## ИЗУЧЕНИЕ ТРЕЩИНОВАТОСТИ УГЛЕЙ В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Е.В. Дужникова

Научный руководитель профессор Б.М. Кенжин

**Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда,  
Республика Казахстан**

При изучении геологических условий открытых угольных месторождений важно уделять внимание трещиноватости углей в естественных условиях. Изучение трещиноватости, а именно ориентировку, тип и вид трещин, их частоту распространения во многом определяет способ разработки месторождения, зоны структурного ослабления угольных и породных уступов, что в целом способствует повышению безопасности и производительности труда. В результате исследования трещиноватости углей и пород, можно сделать выводы о преобладающих направлениях развития трещин, группировке их в системы, интенсивности проявления трещиноватости в пределах отдельных систем, о типах и происхождении основных видов трещин, а также об ориентировке напряжений, обусловивших образование трещин. Усиление трещиноватости угля и вмещающих пород существенно влияет на ведение горных работ, так как разбитый сетью трещин массив меняет свои свойства, что затрудняет выбор порядка отработки угольных пластов, увеличивает опасность ведения работ.

Трещиноватость горных пород образуется в результате воздействия различных процессов (геомеханических, тектонических и физико-механических), которые происходят и воздействуют в углепородном массиве и земной коре. Таким образом, изучая трещиноватость, можно исследовать этапы происхождения массива горных пород, оценить и спрогнозировать будущее физическое состояние углепородного массива, определить характер деформационного поведения горных пород.

Трещины в основном классифицируются по пространственной ориентировке и исходя из условий их образования. Пространственная ориентировка отражает геометрические особенности и отображает ориентировку трещин относительно слоистости, сланцеватости или элементов складчатой структуры. В геометрической классификации трещин могут быть поперечные, продольные, косые (диагональные), согласные трещины.

Условия образования имеют генетический характер. Их основа – характер движений, направление и происхождение действующих сил, характер деформаций. Трещины генетического характера можно классифицировать на первичные трещины, трещины выветривания, трещины оползней и обвалов, техногенные трещины [1].

Трещиноватость можно охарактеризовать как закономерно ориентированную совокупность трещин в определенном объеме пород. Трещиноватость оказывает влияние на прочность и гранулометрический состав углей и зависит от петрографического состава углей. Количественные показатели трещиноватости углей определяются в значительной мере количеством сорбированного углями вещества, то форма трещин и характер сорбционного разрушения материала зависит от морфологических особенностей органического угольного вещества [5]. Большое разнообразие трещин в природе отражает различия и условия их формирования, и поэтому не может быть единой теории, объясняющей происхождение всего многообразия проявления трещиноватости горных пород. Изучению морфологии трещин, их размеров и состояния поверхности стенок трещин уделяется особое внимание, так как подобные наблюдения позволяют получить данные, необходимые для определения генезиса трещин и, в частности, выяснения их отрывного или сколового характера. Важным показателем трещиноватости является интенсивность или частота трещин. Интенсивность трещиноватости массива горных пород определяется как сумма частот трещин в пределах всех систем, зафиксированных в обнажении.

Наиболее значительное влияние на разработку угольных месторождений оказывают трещиноватости тектонического и литогенетического характера. Тектонические трещины возникают в результате движения земной коры и имеют большую протяженность и глубину проникновения и образуют систему трещин, имеющих устойчивую ориентировку. Из всех разновидностей трещиноватости, объединенной термином тектоническая, наибольшую сложность и интерес представляют трещины, пространственно и генетически связанные с разрывными нарушениями и развитые на крыльях дизъюнктива – содизъюнктивные трещины. Напряжения, вызывающие образование разрывных нарушений, обуславливают деформацию пород в крыльях дизъюнктива, проявляющуюся в виде трещиноватости, причем одному полю напряжений, характеризующемуся определенной ориентировкой осей тектонических напряжений и их величиной, отвечает образование лишь двух систем трещин скалывания и одной системы трещин отрыва [3]. Литогенетические трещины возникают при превращении осадка в осадочную горную породу и в угольных пластах обычно перпендикулярны напластованию.

Разведочное бурение дает информацию о наиболее крупных трещинах и системах трещин, а наиболее мелкие трещины выявляются уже на стадии эксплуатации месторождения. Для более точного определения трещиноватости используются различные методы. Как правило, для полноты оценки трещиноватости используется комплекс методов, включающих в себя визуальный осмотр – зарисовку и фотографирование, моделирование и нанесение на карту, геофизические методы.

Изучение трещиноватости складывается из измерения элементов залегания трещин, определения интенсивности трещиноватости и описания характера наблюдаемых трещин: их раскрытия, строения стенок, минерализации, протяженности, выдержанности, особенностей соотношений с трещинами других систем.

Особенности ориентировки трещин, взаиморасположения их систем и основных структурных элементов выясняются при камеральной обработке замеров трещиноватости. Работа на точке наблюдений (замерной или наблюдательной станции) состоит из последовательно выполняемых операций, включающих общую оценку выбранного участка; визуальную оценку трещиноватости и замер ориентировки трещин. Замеры проводят последовательно в пределах каждой из выявленных систем с попутной характеристикой основных свойств трещин изучаемой системы.

Большое значение имеет выбор расположения пунктов наблюдения, так как необходимо дать полную характеристику трещиноватости. В зависимости от сложности геологического строения должно меняться и количество участков для изучения. Размеры станции наблюдения выбираются в зависимости от интенсивности проявления трещиноватости в пределах каждой системы и обуславливаются количеством замеров, необходимых для представительной характерной системы. На участке изучения трещиноватости должны располагаться от 100 до 200 трещин, тогда это даст наиболее точную для интерпретации картину. Замеры моментов залегания трещин проводятся по общепринятой методике с помощью горного компаса. При наличии магнитных масс для определения ориентировки трещин используют угломерные приборы, основанные на принципе измерения углов между плоскостью трещины и каким-либо характерным направлением: простиранием пласта, направлением горной выработки и пр.

Фотографирование отражает малейшие подробности строения массива горных пород, которые не всегда возможно точно отобразить в полевых условиях. При ведении горных работ положение трещин в массиве изменяется. Информация в виде фотодокументов может быть многократно использована для построения моделей месторождения или оценки физико-механических свойств массива. На фотографии между трещинами наносятся значения расстояний и далее по данным азимута и угла падения, расстоянием и числом замеров можно построить роза-диаграмму трещиноватости месторождения, а также интерпретируя изображения можно определить удельное сцепление пород в массиве и коэффициент его структурного ослабления.

При определении трещин по керну доступно ограниченное количество трещин для изучения. Помехой также является неполный выход керна, особенно характерный для участков с повышенной трещиноватостью, и почти полное отсутствие ориентированности на всех стадиях бурения. Изучение трещиноватости по неориентированному керну позволяет выявить ее интенсивность, морфологию трещин, дать разделение их по углам падения, элементы залегания всех систем трещин легче всего изучить по ориентированному керну. Однако геологи в подавляющем большинстве случаев имеют дело с неориентированным керном, получаемым при бурении пород угленосной толщи, характеризующейся отчетливыми признаками напластования. Наличие плоскостей напластования в керне позволяет измерять ориентировку трещин относительно напластования, а зная элементы залегания напластования, несложно определить пространственную ориентировку трещин.

Наиболее точными являются геофизические методы определения трещиноватости. Современные геофизические методы позволяют изучать эти структурные особенности массива в их естественном залегании, дистанционно, без нарушения целостности самого массива. Можно выделить такие методы как георадиолокацию и сейсморазведку.

Для изучения трещиноватости возможно использование георадиолокации, волнового геофизического метода, относящегося к высокочастотной электроразведке и имеющем значительное преимущество перед сейсморазведкой по производительности [1]. Георадиолокация позволяет проводить съемку больших площадей за короткое время. Благодаря высокой информативности результатов георадиолокационных измерений можно судить о слоистых структурах, геологических телах и неоднородностях горного массива, хотя и на небольших глубинах. Проведение площадной георадиолокационной съемки позволит картировать в плане и по разрезу разрывные нарушения и по характеристикам георадиолокационных сигналов сделать предположение о возможном вещественном составе горных пород, выполняющих разлом или зону повышенной трещиноватости в трехмерном приближении [4].

Метод сейсморазведки основан на особенности формирования и распространения упругих волн. Моделирование влияния геологических неоднородностей на характеристики регистрируемых волновых полей позволяет с высокой точностью выявлять трещиноватость. Но данный метод является затратным и менее производительным, чем георадиолокация, хотя дает возможность определения трещиноватости на большей глубине.

Поскольку трещиноватость является результатом внутренних или внешних изменений, происходящих в породах под действием напряжений, а трещины носят следы всех этих изменений, они могут рассматриваться как источник дополнительной информации при исследовании свойств массива горных пород. Поэтому решение практических вопросов, связанных с эксплуатацией угольных месторождений, требует проведения методически правильных систематических наблюдений за трещиноватостью угля и вмещающих пласт пород [3]. В результате таких исследований, в руках геолога может оказаться обширный фактический материал, который несет в себе уникальную информацию.

#### Литература

1. Аленикова Ю., Павлов И.О. Некоторые особенности трещиноватости пород и углей угленосной толщи донбасса. – ДонНТУ, 2012. – С. 6–8.
2. Калинин А.В., Владов М.Л., Старовойтов А.В., Шалаева Н.В. Высокочастотные волновые методы в современной геофизике // Разведка и охрана недр. – 2002. – №1. – С. 23–27.
3. Любич Г. А., Мишин Н. И. Методы изучения трещиноватости с целью оценки горно-геологических условий отработки угольных пластов): Учебное пособие. – Ленинградский горный ин-т. Л., 1988. – 73 с.
4. Соколов К.О., Попков П.Д., Прулецкий Н.Д. Возможности георадиолокации при исследовании разрывных нарушений на месторождениях полезных ископаемых криолитозоны// Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – Москва, 2013. – С. 351–355.
5. Эпштейн С.А. Трещинообразование в углях разных генотипов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – Москва, 2009. – С. 71–76.

### СКОРЛУПА ЯИЦ СТРАУСОВ В ОТЛОЖЕНИЯХ НЕОГЕНА И АНТРОПОГЕНА И ЕЁ СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

В.И. Забелин

*Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, г. Кызыл, Россия*

Вопросы геологического датирования отложений неогена и антропогена, представленных рыхлыми континентальными осадками, зачастую не могут быть решены без широкого привлечения данных палеонтологии, палеогеографии, истории флоры, фауны и даже археологии. Важная роль при этом отводится биомическому анализу, ставящему своей целью изучение остатков древних организмов, восстановление времени и образа их жизни и среды обитания, что в конечном итоге позволяет реконструировать палеогеографические условия изучаемого региона за последние 25 млн. лет.

Среди ископаемых остатков наземных животных, попадающих в руки исследователей и являющихся довольно редкими находками, как правило, преобладают позвоночные (млекопитающие, амфибии, рептилии) и их изучение сводится к изучению остатков посткраниального скелета, в особенности челюстей и зубов млекопитающих. Редкость находок остатков позвоночных - бывших обитателей открытых степных пространств, связана с тем, что после их гибели трупы или их фрагменты зачастую растаскиваются и уничтожаются хищниками-трупоедами и лишь временными потоками могут быть перенесены к местам скопления, захоронения,



Таким образом, страусы как типичные жители саванн, степей и пустынь согласно находкам скорлупы их яиц, на территории Восточного Казахстана, Тувы и Забайкалья обитали в экологически благоприятные для них периоды: финал миоцена – нижний плиоцен, верхи среднего плейстоцена и начало голоцена. Дальнейшие исследования позволят уточнить и детализировать эти периоды, что даст возможность в комплексе с другими наблюдениями использовать находки скорлупы яиц страусов в целях геологического картирования кайнозойских отложений.

#### Литература

1. Забелин В.И. Эволюция природных условий и фауны птиц Алтае-Саянской горной области. – Кызыл: ТувГУ, ТувиКОПР СО РАН, 2015. – 227 с.
2. Коблик Е.А. Разнообразие птиц. Ч.1. – М: Изд-во МГУ, 2001. – 384 с.
3. Курочкин Е.Н. Методы изучения ископаемых птиц // Частные методы изучения современных экосистем. – М: Наука, 1979. – С. 152–163.
4. Курочкин Е.Н. Птицы Центральной Азии в плиоцене // Труды совместной советско-монгольской палеонтологической экспедиции. – М: Наука, 1985. – Вып. 26. – 120 с.
5. Kurochkin E.N., Kuzmin Y.V., Zabelin V.I., et al. The timing of ostrich existence in Central Asia: AMS-14 C age of eggshells from Mongolia and southern Siberia // Beam Interactions with materials and atoms. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. - № 268. – 2010. – P. 1091–1093.

### МИКРОФАЦИИ И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗВЕСТНЯКОВ ЛИПИНСКОГО ЛОГА

И.Г. Закирьянов<sup>1,2</sup>

Научный руководитель Дуб С.А.

<sup>1</sup>Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

Разрез «Липинский лог» находится на восточном склоне Среднего Урала и сложен верхневизейско-нижнесерпуховскими известняками [2]. На этом разрезе в разное время работали съемщики, стратиграфы, его постоянно посещают «палеонтологи-любители», но, несмотря на развитую инфраструктуру и доступность, в литологическом плане он недостаточно хорошо изучен.

Целью работы было выяснение условий осадконакопления известняков на основе анализа микрофаций и интерпретации геохимических данных. Наиболее детально исследована приустьевая часть лога - верхняя часть разреза мощностью 10.5 м. Здесь светло-серые слоистые криноидные известняки (точки отбора проб ЛГ-1 - ЛГ-4) подстилаются серыми и светло-серыми неотчётливо-слоистыми известняками с обилием мшанок, брахиопод и криноидей (как в виде отдельных члеников, так и с целыми стеблями и чашечками) (ЛГ-5 - ЛГ-10).

Микроскопическое изучение шлифов позволило выделить 4 микрофации известняков (МФ).

МФ-1 (криноидный флаутстоун). Характерен для верхней части разреза (в интервале ЛГ-1 - ЛГ-4). Известняк, содержащий обломки криноидей (70% от всех органических остатков) размером от 0,1\*0,4 мм до 3 мм, разноориентированные обломки мшанок (30%) размером до 0,7 мм, единичные обломки кораллов и фораминиферы. Органические остатки (45%) скреплены спаритовым цементом (45%), на отдельных участках встречается микритовый матрикс (10%). Биокласты практически не окатанны или слабо окатанны. Сортировка в основном плохая, но в отдельных прослоях и слоях хорошая.

МФ-2 (мшанковый баундстоун). Преобладает в нижней части разреза, в интервале точек ЛГ-5 по ЛГ-10. Известняк, характеризующийся разноориентированными цельными (нераздробленными) зоариями мшанок (до 40% от площади шлифов), которые окружены инкрустационным (до 50%) и спаритовым (5-10%) цементом. В одних и тех же шлифах могут наблюдаться как поперечные, так и продольные и косые сечения колоний мшанок, которые свидетельствуют о том, что мшанки находились в положении роста (в прижизненном положении).

МФ-3 (фораминиферово-криноидный грейнстоун). Встречается в точках с ЛГ-5 по ЛГ-10. Известняк, содержащий органические остатки (45% от площади шлифа), скрепленные спаритовым (5%) и инкрустационным цементом (50%). Форменные элементы представлены члениками криноидей (80%), фораминиферами (5-15%), обломками мшанок (5%).

МФ-4 (биокластово-сгустковый пакстоун). Также встречены в интервале точек ЛГ-5 по ЛГ-10. Известняки состоят из раздробленного мелкого и тонкого неопределимого биогенного детрита, а также рассеянных сгустков криптозернистого кальцита. Присутствует спаритовый цемент и микрозернистый матрикс.

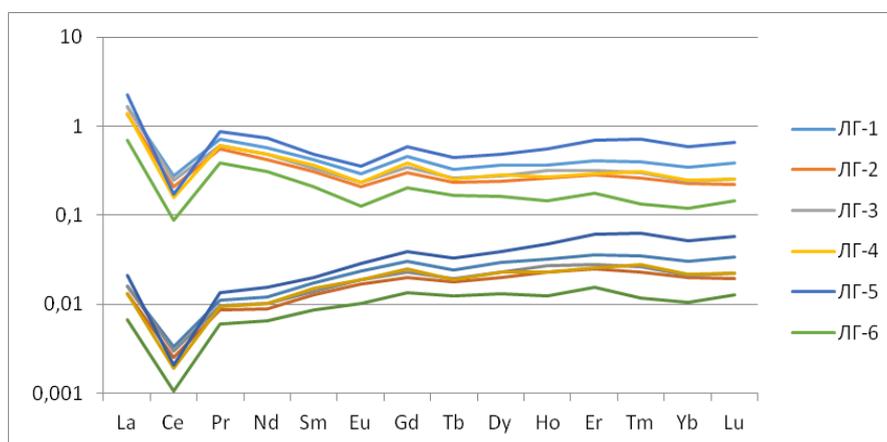
Таким образом, нижняя часть разреза характеризуется некоторым разнообразием микрофаций, в т.ч. разные микрофации нередко могут быть встречены и в пределах одного шлифа. По всей видимости, нижняя часть разреза представляет собой фрагмент одной или нескольких органогенных построек. Таким образом, здесь рифогенные известняки перекрываются пачкой зернистых биокластовых известняков нерифовой природы.

По данным рентгенфлуоресцентного анализа, известняки, обнажающиеся в Липинском логу, являются в значительной степени «чистыми». Так, содержания MgO лежат в пределах 0,21-0,26%, что свидетельствует о том, что породы не подвергались доломитизации (содержание доломита до 1,2%). Максимальная концентрация Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 0,06%, а SiO<sub>2</sub> – 0,16%, что указывает на практически полное отсутствие терригенной (в том числе глинистой) примеси; также не обнаружены признаки окремнения. Тем не менее, некоторые сведения о характере обстановок осадконакопления были получены на основании анализа малых элементов.

Предположительно, на процесс формирования исследуемых отложений не оказывали существенного влияния источники сноса терригенного материала, так как концентрация практически всех элементов значительно ниже кларка концентрации в карбонатах (ККК) по [4]. Только содержания Ni = 12,1–32,7 г/т и Co = 1,5–3,5 г/т превышают таковые (соответственно 12 и 1,6 г/т). Вероятнее всего, эти элементы связаны с постседиментационными процессами и участвуют в заполнении прожилков.

Для оценки редокс-обстановки обычно применяются такие индикаторы как V/Cr, V/(V+Ni) и U<sub>аут</sub> [1; 3; 5; 6]. Отношение V/Cr в известняках Липинского лога меняется от 0,1 до 0,5, что указывает не просто на окислительные обстановки (по значению этого индикатора меньше 2), а на обстановки с очень высоким содержанием кислорода. Об этом же свидетельствует отношение V/(V+Ni) – от 0,027 до 0,039 (кислородная среда соответствует значениям менее 0,65). Параметр U<sub>аут</sub> лежит в пределах 0,07–0,1 г/т (менее 5 г/т – окислительные условия). Таким образом, индикаторные отношения как в совокупности, так и по отдельности, свидетельствуют о кислородной среде в рассматриваемом бассейне. Такие обстановки препятствуют сохранению в осадке органического вещества, которое, как правило, является концентратором малых элементов.

Ещё одним надёжным индикатором кислородных фаций является глубокая цериевая аномалия. Она представляет собой отношение реального содержания церия к интерполированному между его «соседями» - лантаном и празеодимом [5]. В изученных известняках значения Ce/Ce\* изменяются от 0,11 до 0,23 (рис.) при нормировке на хондрит, они характерны для карбонатов, образовавшихся в равновесии с морской водой (с присущим ей дефицитом Ce).



**Рис. 1 Нормированные на PAAS (снизу) и хондрит (сверху) спектры распределения РЗЭ в известняках. Отчётливо выражена цериевая аномалия**

Суммарное содержание РЗЭ в известняках Липинского лога крайне низкое, оно изменяется в диапазоне от 0,9 до 2,6 г/т. По всей видимости, богатая кислородом среда не благоприятствует встраиванию РЗЭ в кристаллическую решётку кальцита и, соответственно, обогащению известняков этими элементами.

Содержание Sr в известняках рассматриваемого разреза составляет 112–160 г/т, Ba – 1,2–4,1 г/т (при кларковых содержаниях в карбонатах 540 и 53 г/т соответственно). Максимальное отношение Sr/Ba равно 90. Несмотря на то, что какая-то доля стронция в процессе постседиментационных преобразований могла быть потеряна, это достаточно высокое значение, отчётливо указывающее на удалённость источников терригенного материала (поскольку Ba часто связан именно с глинистым веществом) [4; 5]. Тем не менее, это значение всё же ниже, чем в известняках изолированных карбонатных платформ [1]. Кроме того, наблюдается интересная особенность: в нерифовых и в явно рифогенных известняках концентрации Sr практически не отличаются, что противоречит существующему мнению [5], что рифогенные известняки обеднены Sr. Вероятнее всего, такое противоречие объясняется тем, что отмеченные органогенные постройки были небольшими по сравнению с настоящими рифами и не образовывали крупных положительных структур (которые в эпигенезе подвергаются наиболее активному выносу стронция). По всей видимости, в них также не было и крупных захороненных пустот.

На основании неизменности состава органических остатков и отсутствия значительных различий в геохимических особенностях известняков как в нижней, так и в верхней частях разреза, можно полагать, что смена фаций по вертикали была обусловлена не глобальными (например, изменением химизма морской воды), а скорее всего локальными (сменой направлений течений и перераспределением обломочного материала) факторами. Однако вопрос, с чем именно связано прекращение роста биогермов, пока остаётся открытым.

*Исследования выполнены при частичной поддержке программы УрО РАН № 18-5-5-11.*

#### Литература

1. Дуб С. А., Мизенс Г. А. Геохимические индикаторы фациальных и геодинамических обстановок карбонатного осадконакопления на востоке Среднего Урала в кизеловское время // Вестник Пермского университета. – Пермь, 2017. – №4. – С. 330–339.

2. Мизенс Г.А., Степанова Т.И., Кучева Н.А. Восточные зоны Среднего Урала в карбоне (эволюция бассейнов осадконакопления и особенности палеотектоники) // Литосфера. – Екатеринбург, 2012. – №4. – С. 107–126.
3. Мизенс Г.А., Степанова Т.И., Кучева Н.А., Сапурин С. А. Геохимические особенности известняков и условия осадконакопления на изолированной карбонатной платформе в позднем девоне и начале карбона на восточной окраине Урала // Литосфера. – Екатеринбург, 2014. – №6. – С. 53–76.
4. Складов Е. В. и др. Интерпретация геохимических данных: Учеб. пособие. – М.: Интермет Инжиниринг, 2001. – 288 с.
5. Юдович Я. Э., Кетрис М. П. Геохимические индикаторы литогенеза (литологическая геохимия). – Сыктывкар: Геопринт, 2011. – 742 с.
6. Jones B. Manning D.A.C. Comparison of geochemical indices used for the interpretation of palaeoredox conditions in ancient mudstones // Chem. Geol., 1994. – V. 111. – P. 111–129.

## ПРОЯВЛЕНИЕ РАННЕАПТСКОГО ГЛОБАЛЬНОГО АНОКСИЧЕСКОГО СОБЫТИЯ ОАЕ-1А НА ВОСТОКЕ РУССКОЙ ПЛИТЫ

Г.М. Зарипова, К.И. Никашин

Научный руководитель доцент С.О. Зорина

*Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия*

Принято считать, что на меловой период приходится время очень теплого климата, когда на полюсах Земли отсутствовали ледяные шапки. В океанах происходили гигантские подводные излияния базальтов, животный и растительный мир стремительно изменялся, и продуктивность биоты была весьма высокой. Любопытными явлениями, характерными для так называемых «greenhouse» (тепличных) условий мелового периода, были океанские аноксические события (ОАЕ - Oceanic Anoxic Event) – короткие (менее 1 млн. лет), но глобальные эпизоды дефицита кислорода в морях и океанах [2].

По данным Х.Дженкинса [4], причинами ОАЕ являются фазы активизация гигантских магматических провинций, последствиями которых были климатические колебания, апвеллинг глубинных вод, вспышка биопродуктивности, аноксия и, как следствие, - повышенные концентрации органического вещества (ОВ) [2, 1].

Глобальные аноксические события имели целый ряд последствий: климатический максимум, наивысший в истории Земли уровень моря и трансгрессии, вызывавшие резкое усиление сноса питательных веществ с суши, стагнация гидродинамического режима бассейнов и стратификация водных масс, прекращение кислородного обмена в бассейне, угнетение или даже полный замор биоты, а также появление условий, при которых ОВ не разлагается и захороняется в осадке.

Установлены следующие важнейшие признаки ОАЕ, которые позволяют выявить их в осадочных разрезах: высокое содержание органического углерода; ламинирование слоев вследствие стратификации водной массы, отсутствие биотурбации осадков; угнетение или отсутствие бентосной и планктонной микрофауны; резкий пик падения  $\delta^{13}\text{C}$  в основании углеродистых слоев.

Благоприятные для накопления ОВ морские обстановки в раннем мелу возникали глобально. Так, на востоке Русской плиты в нижнеаптских отложениях широко развита ульяновская толща, сложенная битуминозными сланцами и глинами, с конкреционным прослоем крепких известняков («аптская плита»). Данная высокоуглеродистая толща (ТОС – 7,6%) ассоциируется с раннеаптским глобальным аноксическим событием ОАЕ-1а [1, 5]. Толща, мощностью 3–10 м, протягивается от Окско-Цнинского вала на севере до широты Саратова на юге [3] (рис. 1). Максимальные мощности толщи (до 10,5 м) отмечаются в районе г. Хвальнска (разрез Федоровский Створ), в южном и северном направлениях мощности уменьшаются. В районе Саратова нижнеаптские битуминозные отложения обогащены алевритовым и песчаным материалом и участками выклиниваются в зонах накопления прибрежных осадков. В окрестностях Ульяновска и Сенгиля они более тонкозернистые, что отражается и на составе фауны аммонитов [3]. Хроностратиграфическое положение ульяновской толщи определяется ее принадлежностью к раннеаптской аммонитовой зоне *Deshayesites volgensis* [3, 5].

На базе лабораторий института геологии и нефтегазовых технологий Казанского (Приволжского) федерального университета было проведено изучение вещественного состава битуминозных сланцев из разреза скважины "Татарские Шатрашаны". По 10 образцам выполнены количественный рентгенофазовый анализ (РКФА) и электронно-микроскопический анализ с микрозондом (аналитики А.А. Ескин, Б.М. Галиуллин).

По данным РКФА, в составе битуминозных сланцев преобладающим минеральным компонентом является мусковит (31%); глинистая часть представлена монтмориллонитом, хлоритом и каолинитом (31%). В обломочной части породы, кроме слюды, установлены кварц (14%) и альбит (7%). Обнаружены заметные содержания пирита (до 4%). Фактически данную породу правильнее называть битуминозным слюдисто-глинистым алевритом.

Электронно-микроскопический анализ показал, что битуминозный глинистый алеврит представлен хлорит-монтмориллонитовой массой с высокоуглеродистыми растительными частицами и единичными пиритовыми фрамбоидами, размером до 10 микрон (рис. 1). Известняк, слагающий пластовую конкрецию в составе аноксического горизонта, представлен преимущественно обломками кокколитофорид с небольшим количеством хлорита и пирита (рис. 1В).

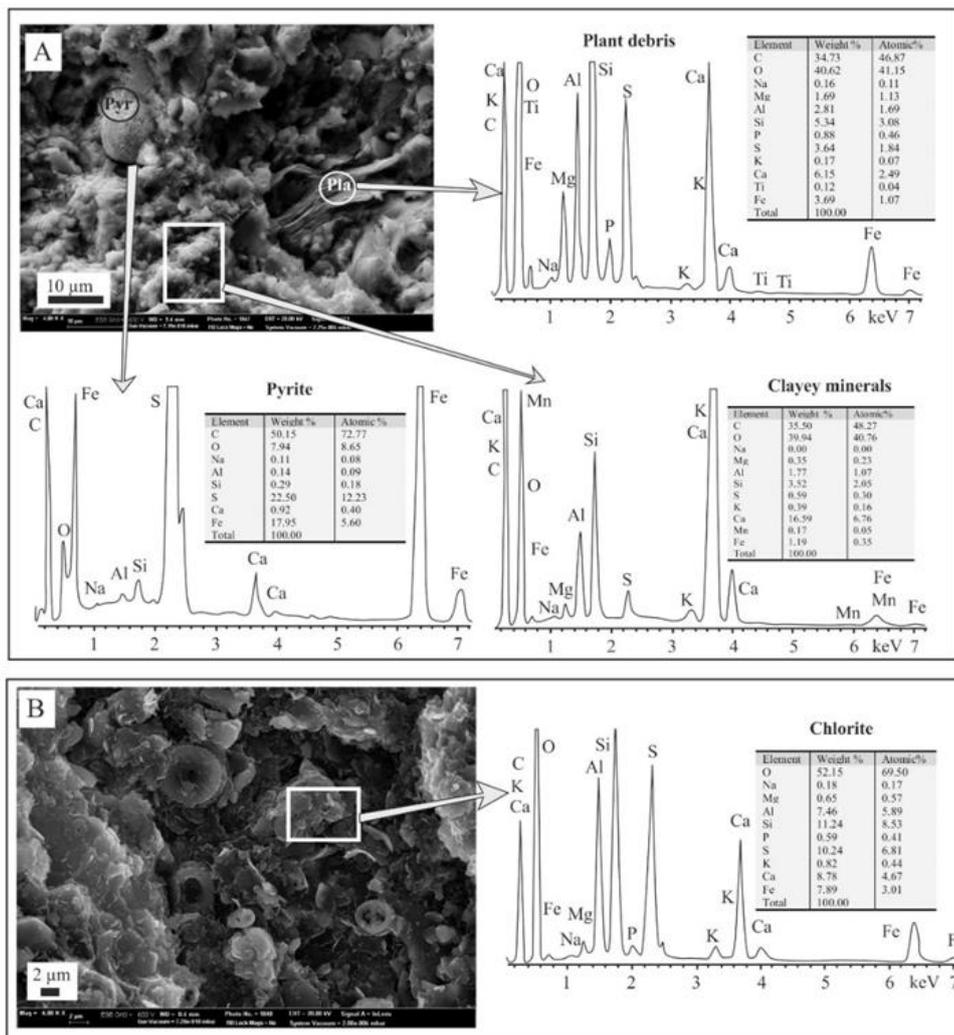


Рис. 1. Электронно-микроскопические изображения и микрозондовый анализ нижнеаптских отложений разреза «Старая Задоровка». А – битуминозный алевролит, В – конкреционный известняк

В изученных горизонтах битуминозных сланцев установлены пиритовые фрамбонды. Это указывает на сероводородное заражение, при котором бентосные и планктонные микроорганизмы не могут существовать или угнетены. Целые фрамбонды указывают на отсутствие кислорода, т.к. органическое вещество, участвующее в их строении, не окисляется и сохраняется внутри фрамбондов и в осадке. Распадающиеся фрамбонды свидетельствуют о растворении органического вещества внутри фрамбондов в связи с увеличением насыщения воды кислородом.

Аноксический эпизод на востоке Русской плиты был неоднородным. В прослое конкреционных известняков, найдены кокколитофориды *Rhagodiscus angustus*. Эти кокколитофориды свидетельствуют об эпизодическом прекращении стагнации и быстром восстановлении нормальных морских условий.

#### Литература

1. Гаврилов Ю.О., Щепетова Е.В., Барабошкин Е.Ю., Щербина Е.А. Аноксический раннемеловой бассейн Русской плиты: седиментология и геохимия // Литология и полез. ископаемые. 2002. № 4. – С. 359–380.
2. Савельева О.Л. Меловые океанские аноксические события: обзор современных представлений // Вестник КРАУНЦ. Серия: Науки о Земле. 2010. Вып. 15. № 1. – С. 45–55.
3. Щепетова Е.В. Седиментология и геохимия углеродистых толщ верхней юры и нижнего мела Русской плиты. Автореферат. Дис. ... канд. геол.-минер. наук. М., 2011. – 33 с.
4. Jenkyns H.C. Geochemistry of oceanic anoxic events // Geochemistry. Geophysics. Geosystems 2010.V. 11. Is. 3. DOI: 10.1029/2009GC002788.
5. Zorina S. O., Pavlova O.V., Galiullin B.M., Morozov V.P., Eskin A.A. Euxinia as a dominant process during OAE1a (Early Aptian) on the Eastern Russian Platform and during OAE1b (Early Albian) in the Middle Caspian // Science China. Earth Sciences. 2017. V. 60. Is. 1. – P. 58–70.

**ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСТАТКИ НИЖНЕГО КАРБОНА ВИЗЕЙСКОГО ЯРУСА МАЛОГО КАРАТАУ (ЮЖНЫЙ КАЗАХСТАН)**

**Л. Летьгина, А.Н. Сарсенбаева**

Научный руководитель Сарсенбаева А.Н.

**РГП ПХВ «Информационно-аналитический центр геологии и минеральных ресурсов РК» г. Алматы. Республика Казахстан**

*Цель:* ознакомление с ископаемой фауной, которая была обнаружена и собрана в период полевой практики из отложений нижнего карбона визейского яруса на участках Саясу и Кызылсай (Южный Казахстан, хребет Малый Каратау), изучить состав собранной палеонтологической коллекции, дать характеристику.

*Объектом* исследования является участок района в предгорьях Малого Каратау, который находится в пределах Джуалинского района Жамбульской области.

*Предметом исследования* являются палеонтологические находки, датируемые как нижний карбон, визейский ярус (C<sub>1v</sub>), собранные в период полевой практики в хребте Малый Каратау (рис. 1 и 2). В качестве изучаемых объектов рассмотрены брахиоподы, кораллы, мшанки и др.



**Рис. 1** Участок урочища Кызылсай хребта Малого Каратау (обзор с востока на запад)



**Рис. 2** Участок урочища Кызылсай хребта малого Каратау (обзор с юга на север)

Исследуемая территория сложена морскими осадочными отложениями раннекаменноугольного возраста, визейского века. Отложения представлены тремя пачками (таблица):

*Таблица*

*Литолого-стратиграфическая схема отложений нижнего карбона визейского яруса*

Стратиграфическая шкала			Литологический состав
Отдел	Ярус	Подъярус	
Нижний	Визейский	Верхний	Аргиллиты, известняки, мергели, песчаники, доломиты, линзы конгломератов и кремнистых пород 300-700 м
		Средний	Известняки, мергели, песчаники, алевролиты и аргиллиты. Горизонты гипсов и ангидритов 350 м
		Нижний	Песчаники, гравелиты, аргиллиты, алевролиты, известняки, мергели, углистые породы 250-300 м



**Рис. 3** Anthozoa (Колония кораллов)



**Рис. 4** Bryozoa, под Fenestella



**Рис. 5** Brachiopoda, под Spirifer



Рис. 6 Anthozoa, под Syringopora



Рис. 7 Tetracoralla, Rugosa



Рис. 8 Brachiopoda, под Productus

Хребет Каратау протягивается в северо-западном направлении между Сырдарьинской и Чуйской депрессиями на 420 км и состоит из двух гряд. Юго-западная гряда называется Большой Каратау, северо-восточная - Малый Каратау. Малый Каратау выражен в рельефе менее резко и расчленен продольными понижениями - Большекаройской, Малокаройской, Аксайской и др. Наибольшая его высота достигает 1611 м [2, 4].

Визейский возраст отложений установлен по находкам обильной фауны брахиопод, кораллов и др. Этот район ранее исследовался Г.А. Ярмаком, Р.С. Качуриным и М.А. Жуковым, Н.Н. Севрюгиным, дополнившим стратиграфию и геологическое строение района по последним исследованиям в Малом Каратау. Стратиграфически выше горизонтов известняков с колониальными кораллами нижнего визе залегают детритовые известняки и мергели средне-визейского возраста (рис. 3-8) [1, 3]. Известняки среднего визе согласно залегают на известняках нижнего визе, образуя полосу, параллельную общему простиранию пород нижнего карбона, и на большей части полигона моноклинально падают на северо-восток. Севернее, в пределах поля развития верхне-визейских отложений, они обнажаются в ядрах антиклинальных складок, а южнее среди нижневизейских отложений – в ядрах синклиналей.

На участках в районах Саясу и Кызылсай, где нами проводились полевые исследования, на поверхности отчетливо видна фауна брахиопод родов Spirifer и Productus; мшанки рода Fenestella, кораллы, также здесь встречаются колонии Syringopora, одиночные кораллы. Брахиоподы представлены крупными и мелкими формами.

Отложения карбона по отобранным образцам детально охарактеризованы. Важное значение для определения возраста нижнего визе имеют брахиоподы, мшанки, кораллы. По изученным материалам предполагаем, что именно представители этих групп фауны дают точную датировку отложений нижнего визе.

#### Литература

1. Данукалова Г.А. Палеонтология в таблицах. Методическое руководство. Тверь: Издательство ГЕРС, 2009. – 196 с.
2. Запорожец. А.А. Пособие по учебной геологической практике для студентов геологических специальностей. Алматы. 1989. – С. 42–46
3. Музафаров В.Г. Определитель минералов, горных пород и окаменелостей. М., "Недра", 1979. – С. 300–301.
4. Путеводитель полевой экскурсии. международная полевая конференция рабочей группы по ярусному расчленению кембрия. Хребет Малый Каратау, Южный Казахстан 24 августа – 2 сентября 2009. // Алматы, 2009. – С. 65–67.

### ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЕ КРИТЕРИИ РАСЧЛЕНЕНИЯ НАУНАКСКОЙ И ТЮМЕНСКОЙ СВИТ НА МАЙСКОЙ ПЛОЩАДИ (НЮРОЛЬСКАЯ ВПАДИНА ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ)

Е.Ю. Липихина, А.И. Клейн, Е.А. Богданович

Научные руководители доцент М.И. Шамина, доцент И.В. Рычкова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В административном отношении Майское нефтяное месторождение расположено в южной части Каргасокского района Томской области, в юго-восточной части Западно-Сибирской низменности, в Обь-Иртышском междуречье [1]. В промышленно-экономическом отношении Майское месторождение находится в Средне-васюганском нефтегазоносном районе, который находится в Васюганской нефтегазоносной области.

Средне-верхнеюрские отложения представлены монотонной толщей неравномерно чередующихся песчаников, размерность которых меняется от мелкозернистых до крупнозернистых, с прослоями алевролитов и аргиллитов.

Главной задачей проводимых исследований является установление литолого-фациальных критериев для стратиграфического расчленения и корреляции разрезов наунакской и тюменской свит, вскрытых некоторыми

скважинами. Наунакская свита (средняя-верхняя юра), распространена на юго-востоке Западной Сибири (Томская область), имеет прибрежно-морской генезис и входит в состав васюганского горизонта [2]. Среднеюрская тюменская свита подстилает наунакскую свиту и формируется в континентальных условиях. Очень часто отложения обеих свит представлены сходными по литологическому составу горными породами и имеют большое количество растительных остатков.

Актуальность выделения критериев для разделения данных свит между собой обусловлена необходимостью использования результатов исследований для корректировки геологической модели месторождения, подсчета заявленных запасов углеводородов и оптимизации освоения трудноизвлекаемых залежей УВ [3].

Комплексными литолого-геохимическими и палеоботаническими методами изучены отложения тюменской свиты вскрытые в скважинах: № 393 (инт. 2940,3-2921,7 м), № 572 (инт. 3020,7-3007,7 м), № 573 (инт. 3257,5-2965,1 м).

Отложения тюменской свиты представлены переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов.

Песчаники мелкозернистые аркозово-граувакковые с карбонатно-глинистым цементом, характеризуются разнообразной слойчатостью (косой, перекрестной, линзовидной), в цементирующей массе преобладают глинистые минералы, отмечаются примеси хлорита и карбонатов.

Алевролиты слагают маломощные прослои среди песчаников либо самостоятельные слои. Минеральный состав обломков аналогичный песчаникам (преобладают: кварц, кпш, плагиоклазы). Цемент преимущественно кремнисто-глинистый с примесью мусковита.

Степень катагенетических преобразований песчаников и алевролитов достаточно высокая, что подтверждается развитием катаклаза обломков, каолинизацией кпш, альбитизацией плагиоклазов и хлоритизацией биотита.

Аргиллиты кремнисто-гидроалюидные с примесью мелкообломочного кварца (до 10%), каолинита, мусковита. Нередко характеризуются трещиноватой структурой, микротрещины заполнены битуминозным веществом.

Compound Name	Formula	S-Q
Quartz	Si O <sub>2</sub>	56,0%
Muscovite-2M1	K Al <sub>2</sub> ( Si , Al ) <sub>4</sub> O <sub>10</sub> ( OH ) <sub>2</sub>	27,4%
Albite, ordered	Na Al Si <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	4,9%
Kaolinite-1A	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ( OH ) <sub>4</sub>	11,7%

а. Алевролит (скв. 573 обр. №388)

Compound Name	Formula	S-Q
Quartz low. syn	Si O <sub>2</sub>	40,3%
Kaolinite-1A	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ( OH ) <sub>4</sub>	11,9%
Vermiculite-2M	Mg <sub>3</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> ( OH ) <sub>2</sub>	0,3%
Albite, ordered	Na Al Si <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	6,8%
Muscovite-2M1, vanadian	K ( Al , V ) <sub>2</sub> ( Si , Al ) <sub>4</sub> O <sub>10</sub> ( OH ) <sub>2</sub>	40,6%

б. Аргиллит (скв. 573 обр. №387)

Рис. 1 Минеральный состав пород тюменской свиты

В отложениях тюменской свиты нами обнаружен комплекс ископаемых растений, представленный папоротниками *Raphaelia diamensis*, *Coniopteris vialovae*, чекановскиевиными *Czekanowskia rigida* и др.

Отложения наунакской свиты изучены в скважине № 309 (инт. 3327-3291 м), представлены преимущественно переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов.

Песчаники мелкозернистые кварцево-граувакковые с карбонатно-глинистым и кремнисто-глинистым цементом, характеризуются параллельной и линзовидной слойчатостью. Степень окатанности и сортировки обломочного материала невысокая, среди аутигенных минералов отмечается высокое содержание альбита.

Алевролиты мелкозернистые аркозово-граувакковые с кремнисто-глинистым цементом, с примесью сидерита, пирита. Обломочный материал породы плохо отсортирован, отмечается интенсивная альбитизация полевых шпатов, каолинизация кпш.

Аргиллиты кремнистый, гидроалюидный, на отдельных участках битуминозный с пиритом. Среди глинистых минералов преобладают гидроалюиды с примесью хлорита, эпидота. Битуминозное вещество темно-коричневого цвета заполняет единичные микротрещины.

Compound Name	Formula	S-Q
Quartz, syn	Si O <sub>2</sub>	37,5%
Albite	( Na <sub>0.98</sub> Ca <sub>0.02</sub> ) ( Al <sub>1.02</sub> Si <sub>2.98</sub> O <sub>8</sub> )	48,0%
Kaolinite-1A	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ( OH ) <sub>4</sub>	3,6%
Muscovite-2M1	K Al <sub>2</sub> ( Si , Al ) <sub>4</sub> O <sub>10</sub> ( OH ) <sub>2</sub>	10,8%
Vermiculite	Mg <sub>3</sub> ( ( Al Si <sub>3</sub> O <sub>10</sub> ) ( OH ) ) ( H <sub>2</sub> O )	0,1%

а. Песчаник (скв. 309 обр. № 294)

Compound Name	Formula	S-Q
Quartz	Si O <sub>2</sub>	34,9%
Albite	( Na <sub>0.98</sub> Ca <sub>0.02</sub> ) ( Al <sub>1.02</sub> Si <sub>2.98</sub> O <sub>8</sub> )	16,5%
Kaolinite	Al <sub>4</sub> ( OH ) <sub>8</sub> ( Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> )	8,0%
Muscovite-2M1	K Al <sub>2</sub> ( Si , Al ) <sub>4</sub> O <sub>10</sub> ( OH ) <sub>2</sub>	22,4%
Siderite, magnesian, calcian, syn	Ca <sub>0.1</sub> Mg <sub>0.33</sub> Fe <sub>0.57</sub> ( C O <sub>3</sub> )	6,3%
Clinocllore-1Mlib, ferroan	( Mg , Fe ) <sub>6</sub> ( Si , Al ) <sub>4</sub> O <sub>10</sub> ( OH ) <sub>8</sub>	12,0%

б. Алевролит (скв. 309 обр. № 293)

Рис. 2 Минеральный состав пород наунакской свиты

В отложениях наунакской свиты нами обнаружен комплекс ископаемых растений, представленный папоротниками *Coniopteris simplex*, *C. latilobus* и др.

Таким образом, полученные данные литолого-геохимических исследований позволили выявить следующие признаки отложений тюменской и наунакской свит (таблица).

**Признаки отложений тюменской и наунакской свит**

Признаки	Наунакская свита	Тюменская свита
Текстура	Косая, перекрестная и линзовидная слоистость	Параллельная и линзовидная слоистость
Состав	Аркозово-граувакковый	Кварцево-граувакковый
Состав цемента	Гидрослюды, каолинит, хлорит, мусковит, биотит	Каолинит, сидерит, хлорит
Катагенетические преобразования	Катаклаз, трещиноватость, коррозия и регенерация обломочного материала, альбитизация плагиоклазов	Корродированность и регенерация кремнистых обломков, каолинизация кпш, альбитизация плагиоклазов

Анализ результатов свидетельствует о более высокой степени катагенетических преобразований отложений тюменской свиты. Породы наунакской свиты характеризуются преобразованиями, приводящими к разуплотнению (коррозия обломочного материала, замещение полевых шпатов каолинитом, объединение единичных пор с укрупнением пустотного пространства). Мелкообломочные породы наунакской свиты отличаются высокими содержаниями аутигенного каолинита, как правило, развивающегося в отложениях, контактирующих с залежами углеводородов и являются более перспективными в отношении нефтегазоносности.

#### Литература

1. Решения 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири. – Новосибирск, 2003. – 114 с.
2. Технологическая схема разработки Майского нефтяного месторождения: Отчет по договору ПР784, Томск 2010.
3. Шурыгин Б.Н., Никитенко Б.Л., Девятов В.П. и др. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Юрская система. Новосибирск: Изд - во СО РАН, филиал «ГЕО», – 2000. – 480 с.

### **ГИС-АНАЛИЗ СЕЙСМОТЕКТОНИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ АНАПСКО-ГЕЛЕНДЖИКСКОГО УЧАСТКА ПОБЕРЕЖЬЯ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА**

**И.Ю. Любченко**

Научный руководитель профессор Н.А. Бондаренко  
*Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия*

В связи с интенсивным инженерно-хозяйственным освоением территории Черноморского побережья Кавказа, а также прилегающего участка континентального шельфа, включая строительство протяженных линейных объектов повышенного уровня ответственности (трубопроводы, автомобильные и железнодорожные магистрали) резко возросла необходимость детального изучения сейсмоструктурных условий территории.

До настоящего времени не существует единой модели, позволяющей достоверно установить механизм или, по крайней мере, характер проявлений геодинамической активности в данном районе. Это связано как с недостаточной детальностью и точностью наблюдений, так и с различиями в описании тектонического строения. Второй фактор обусловлен тем, что разные исследователи интерполируют полученные при использовании одного или небольшого количества методов (палеотектонических, геофизических, геоморфологических и т.д.) данные на всё многообразие тектонических структур, оставляя без внимания объективные “выбросы” и противоречия, т.е. отклонения от рабочей гипотезы.

Большинство исследователей ведущую роль в формировании тектонического строения С-З Кавказа отводят складчато-надвиговым дислокациям. Данные структуры представляют собой сформированные предположительно в условиях тангенциального сжатия ассиметричные, крутые (вплоть до изоклиналиных) складки и сингенетичные с ними разрывы, представленные взбросо-надвигами и тектоническими покровами для которых характерны значительные амплитуды горизонтальных перемещений. Структуры имеют СЗ до субширотной ориентировку, и с ними увязывается основная современная геодинамическая активность [1, 4]. Также существует противоположная точка зрения, широко распространённая среди специалистов в области структурно-геоморфологических исследований, согласно которой на новейшем этапе основную роль играют сводово-блоковые структуры [2,3]. Отмечается преимущественная геодинамическая активность так называемых морфоструктурных узлов – участков пересечения продольных и поперечных структур. Так тектоническое строение рассматриваемого региона определяется существованием двух самостоятельных структурных планов, отвечающих позднегеосинклиальному и орогенному этапам геологического развития. Первый представлен комплексом сложнодислоцированных доолигоценых образований, среди которых палеозойские и более древние слагают относительно жесткий фундамент, а мезозойские и палеогеновые — значительно более пластичный чехол, характеризующийся преобладанием пликативных, вплоть до изоклиналиных, структур пологих надвигов и субвертикальных сдвигов кавказского и субширотного простирания, реже – антикавказского. Второй, орогенный, структурный план характеризуется развитием неоструктур блокового типа, ограниченных субвертикальными разрывами. Поперечные зоны трактуются как структуры, осложняющие флексуобразные

изгибы, образованные за счёт поперечного растяжения мегасвода Большого Кавказа в связи с ундуляцией его шарнира [3].

Очевидно, что из-за невозможности проведения эксперимента и даже непосредственных наблюдений, а также ограниченности использования косвенных методов и корректности интерпретации их результатов моделирование процессов глубинной динамики является сложной задачей. Аналитические методы не дают приемлемых результатов вследствие недостаточности входных данных; численные методы весьма неточны ввиду широкой изменчивости характеристик геологического строения. Поэтому ведущими на современном этапе методами анализа являются графические и статистические. Наиболее широко эти методы в сеймотектонических исследованиях реализуются на базе геоинформационных систем.

В работе были использованы данные сейсмогеодинамического мониторинга сети станций Дельта-ГЕОН АО «Южморгеология» за 2001-2016 гг., сейсмологические данные ГС РАН за 1991-2016 гг., а также материалы дистанционного зондирования (космоснимки миссии Landsat8). Линеаментный анализ осуществлялся на базе ГИС PCI Geomatica. Сейсмические данные обрабатывались с помощью инструментов модулей Spatial Analyst и Spatial Statistics ГИС ESRI ArcGIS.

*Таблица*

**Результаты пространственно-статистического анализа сейсмических событий**

Анализ Параметр	Пространственная автокорреляция			Кластеризация значений		
	Индекс Морана I	z-статистика	p-критерий	Индекс Геттиса-Орда, G	z-статистика	p-критерий
Магнитуда	0,204	12,74	0,00	0,16	-1,81	0,06
Глубина очага	0,078	5,15	0,00	0,188	1,63	0,1

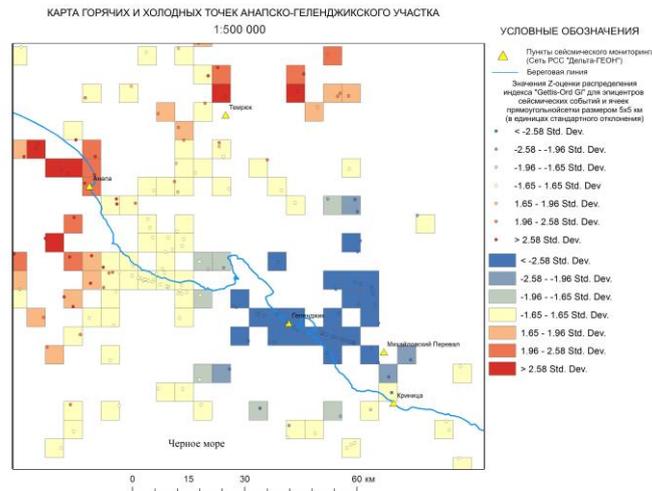
Пространственно-статистический анализ позволил установить, что очаги сейсмособытий имеют строго определенную закономерность распределения в пространстве. Так, результат анализа среднего ближайшего соседства показал значение Z-оценки, равное -3.654 от величины стандартного отклонения, что говорит о вероятности случайного распределения точек, составляющей менее 1%. Таким образом, в распределении эпицентров сейсмических событий на данной территории наблюдается ярко-выраженная кластеризация.

Рассмотрение структурных закономерностей показал, что кластеры образованы сейсмособытиями, близкими по своей магнитуде и совершенно различными по глубине. Это подтверждается уровнями значимости расчёта соответствующих статистик (табл. 1).

По результатам пространственной статистики была построена карта «горячих и холодных точек» (рис. 1). Визуальный анализ данной карты позволяет заметить увеличение интенсивности сейсмической активности с востока на запад, от Геленджика к Анапе. Наиболее высокие значения получены в районах г. Анапа, г. Темрюк и пос. Троицкий, что дает основания выделять их в качестве сейсмоактивных узлов.

Анализ распределения очагов сейсмических событий позволил установить, что доолигоценые структуры (складчато-надвиговые системы) проявляют значительно меньшую активность по сравнению с новейшими структурами блокового типа, которые отчётливо выделяются как при морфоструктурном, так и при линеаментном анализе. Кроме того, выявлены сейсмолинеаменты ССЗ-ЮЮВ и ЗСЗ-ВЮВ простирающихся, ранее не упоминавшихся при тектоническом районировании. Эти линеаменты характеризуются непрерывным распределением очагов сотрясений по всей своей протяженности, причём их проекция на дневную поверхность сгруппированы вдоль единой оси вне зависимости от глубины очага, что свидетельствует о субвертикальном положении инициирующих их структур. Такое положение не согласуется с условиями горизонтального сжатия, которые предлагаются в текущей геодинамической модели. Оси некоторых сейсмолинеаментов расположены в пределах поперечных флексурно-разрывных зон. Указывается [3], что по данным геофизических исследований крупные поперечные структуры являются отражением глубинных (мантийных) разломов СВ простирающихся древнего (дораннепротерозойского) заложения. Отчётливо видны данные структуры при анализе снимков дальнего инфракрасного диапазона.

Общий анализ плотности распределения сейсмических событий показал, что сейсмособытия проявляются равномерно по всей протяженности сейсмогенерирующих структур, хотя имеется некоторое увеличение общей магнитуды и повторяемости толчков в местах их пересечения. Было установлено, что внутри блоков, ранее считавшихся асейсмичными, происходят сотрясения низкого энергетического класса, генетически связанные с новейшими разрывами и зонами трещиноватости (в том числе унаследованными от структур позднегоосинклинального плана). Такие результаты были получены за счёт общего количества и густоты сети сейсмоприёмников, их высокой чувствительности и за счёт использования ГИС-технологий обработки.



**Рис. 1 Карта «горячих и холодных точек»**

#### Литература

1. Маринин А.В., Расцветаев Л.М. Структурные парагенезы Северо-Западного Кавказа // Проблемы тектонофизики. – М.: ИФЗ РАН. – 2008. – С. 191–224.
2. Милановский Е.Е. Новейшая тектоника Кавказа – М.: Недра, 1968. – 437 с.
3. Несмеянов, С.А. Неоструктурное районирование Северо-Западного Кавказа (опережающие исследования для инженерных изысканий) – М.: Недра, 1992 – 254 с.
4. Попков В.И. Чешуйчато-надвиговое строение Северо-Западного Кавказа // Доклады АН, М.: 2006. – Т.411. –№2. – С. 223–225.

### **ОСОБЕННОСТИ ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В РЕЛЬЕФОБРАЗОВАНИИ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ЛАНДШАФТОВ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ**

**К.Ю. Люкию, С.В. Чупров**

Научный руководитель доцент Е.Е. Барабашева

**Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия**

Разнообразие ландшафтов территории Забайкалья определяется расчлененным рельефом, суровым климатом, особенностями географического положения, повсеместным распространением многолетней мерзлоты.

По схеме районирования ландшафтных зон по В.А. Ряшину и В.С. Михееву [4], на территории Забайкалья выделяется 3 физико-географических области – Байкало-Джугджурская горно-таежная, Южно-Сибирская горная, входящие в состав Северо-Азиатских гольцовых и таежных зон, и Центрально-Азиатская пустынно-степная область, представленная формациями Онон-Торейской равнины.

Характерной чертой Забайкальского края является наличие ландшафтных контрастов с резкими границами перехода, что обусловлено высотной поясностью и расположением хребтов.

Расчлененный рельеф Забайкалья в условиях резко континентального климата с малочисленными осадками подвержен развитию мощных экзогенных процессов. Нами будет рассмотрено влияние экзогенных факторов на географический ландшафт, как конкретную часть земной поверхности с единой динамикой и структурой.

Рельеф земной коры – это результат длительного взаимодействия двух противоположных сил: эндогенных-создающих и экзогенных разрушающих. Решающее влияние на современный облик рельефа Забайкалья оказали экзогенные процессы, к которым относятся различные виды выветривания, эрозии, деятельности ледников, подземных вод, приводящие к формированию типов и форм морфоскульптурного рельефа.

*Горные ландшафты, Байкало-Джугджурская горно-таежная область.* Помимо главенствующих факторов выветривания и эрозии, большое рельефообразующее воздействие на ландшафты севера края оказывают разрушающая и созидающая деятельность ледников и мерзлотные процессы. Горные ландшафты, занимающие большую часть севера Забайкалья, характеризуются сложным мозаичным строением. Суровые условия приводят к формированию простой структуры высотной поясности. Водораздельные части хребтов заняты каменными лишайниковыми тундрами. В профиле горные хребты асимметричны (южные и юго-восточные склоны достаточно крутые, спускающиеся вниз скалистыми обрывами, противоположные склоны – длинные и пологие).

В центральных частях хребтов располагаются кары, цирки, трогии, множество ледниковых озер. Это формы древней ледниковой экзарации, которая является основной составляющей северных ландшафтов.

Руслу протекающих в пределах хребтов рек осложнены порогами и водопадами, загромождены валунами и глыбами. Реки Витим и Олекма, пересекающие Становое нагорье, текут в узких троговых долинах со ступенчатым руслом, многочисленными порогами и перекатами.

*Горные ландшафты центральной и западной частей края Южно-Сибирской горной области* относятся к горно-таежным. Это обособленные горные массивы, обладающие индивидуальной морфологической структурой в виде системы поясов, местностей, урочищ, фаций. Для каждого горного ландшафта характерна определенная тектоническая структура в виде блока, антиклинального поднятия или синклинального погружения.

В пределах склонов горных ландшафтов выделяют различные элементы: верхнюю выступающую часть, осыпное подножие, конус выноса, делювиальный шлейф, днища распадков и лощин, водосборные воронки. Для выявления видов протекающих экзогенных процессов склоны гор и плато подразделяют на выпуклые (сухие), вогнутые (влажные), денудационные, аккумулятивные, обвальные, осыпные, оползневые. В центральных частях высоких горных ландшафтов в эрозионном срезе выходят наиболее стойкие к разрушению граниты, гнейсы, интрузивные тела, песчаники, известняки. При переслаивании пластов пород различной прочности образуются ступенчатые склоны. В *горных ландшафтах* края преобладают наибольшие абсолютные высоты, сильное эрозионное расчленение. Они относятся к геосинклинальным областям, имеют складчатое, глыбово-блоковое или сводовое геологическое строение.

*Онон-Торейская равнина, как составная часть Центрально-Азиатской пустынно-степной области*, является трансграничной территорией Забайкалья и Северо-Восточной Монголии. Это обширное понижение рельефа между южными отрогами Борщовочного хребта и предгорьями хребта Баян-Ула.

Равнина представлена фрагментами аллювиальных, озерных и денудационных поверхностей выравнивания, расположенных на высоте 600–800 м. Эта территория относится к области внутригорного Агинского бассейна, представленного сочетанием депрессий и блоково-глыбовых краевых поднятий. Долины рек расположены по тектоническим нарушениям, по которым идет разгрузка подземных вод (трансрегиональный Ононо-Тургинский разлом, крупные региональные разломы).

Речная и озерная сеть неоднократно перестраивалась под действием тектонических подвижек, сток рек менял свое направление, мигрировали озерные котловины. Интенсивно развивается склоновый смыв, основная часть смываемого материала попадает в бессточные бассейны малых озер.

Динамика рельефа зависит от взаимодействия русловых, склоновых, криогенных, эоловых, биогенных и других процессов. Средний модуль стока взвешенных наносов р. Борзя составляет 1,5 т/км<sup>2</sup> в год, модуль эоловой миграции вещества варьирует от 0,3–0,7 до 1–3 т/га в год, формирование делювиальных шлейфов идет со скоростью 0,3–0,8 мм/год [1,2]. Довольно активно развивается овражная эрозия. Наибольшее количество оврагов приурочено к правому борту р. Онон. Длина оврагов колеблется от нескольких метров до 250–300 м, ширина от 10 до 30 м, глубина составляет 2,5–5 м.

Велика роль криогенных процессов. В последние годы увеличивается количество участков пучения и наледообразования в днищах сухих падей. В руслах рр. Борзя, Ага, Хила, Ималка зимой формируются цепочки наледных бугров, приуроченных к местам выходов родников. По бортам и днищам озер происходит мерзлотное и солончаковое выветривание, пучение грунта, образуются два вида бугров пучения – гидролакколиты и мерзлотные сальзы [1,2]. Здесь же встречается грязевый микровулканизм, взрывы бугров пучения. При взрывах возникают новые формы рельефа в виде кратеров взрыва, диаметром от 1 до 15–25 м, глубиной 2–5 м.

На правобережье р. Онон весьма активны эоловые процессы. В процессе дефляции вся поверхность равнины представляет собой огромный конус выноса. Модуль эоловой миграции в сухие годы по данным наблюдений составляет 50–100 т/га в год [3].

Таким образом, для рельефа горных ландшафтов Байкало-Джугджурской горно-таежной области среди экзогенных процессов определяющими являются денудационные, в виде морозного выветривания и экзарационной деятельности ледников. Эрозионная деятельность молодых горных рек происходит в узких троговых долинах, обозначенных деятельностью ледников, со ступенчатым руслом, многочисленными порогами и перекатами.

Обвальные процессы и сильное эрозионное расчленение горных ландшафтов Южно-Сибирской горной области центральной и западной частей Забайкалья, можно связать с денудационными процессами физического и химического выветривания, деятельностью ветра и многочисленных временных водотоков, возникающих в периоды весеннего таяния снегов и обильных ливневых дождей. Для русловых процессов этой части края характерна как эрозионная, так и аккумулятивная деятельность.

Динамика рельефа Онон-Торейской равнины зависит от взаимодействия русловых, склоновых, криогенных, эоловых и биогенных процессов. Склоновые денудационные процессы представлены, в первую очередь, эрозионной деятельностью временных водотоков и дефляционной деятельностью ветра с образованием обширной овражной сети и многочисленных конусов выноса. В образовании равнинных форм рельефа не последнюю роль играют криогенные процессы. Породы, сформированные многочисленными мелкими солеными озерами, постоянно мигрирующими по равнинной поверхности, разрушаются посредством лимнических и дефляционных процессов. Русловая деятельность в основном аккумулятивного характера.

Основными критериями экзогенных процессов, оказывающих определяющее влияние на образование географических ландшафтов Забайкальского края, являются, в первую очередь, климатические факторы с повсеместным распространением многолетней мерзлоты, а также эрозионно-аккумулятивная деятельность речных потоков.

Литература

1. Баженова О.И. Внутривековая организация систем экзогенного рельефообразования в степях Центральной Азии // География и природные ресурсы. 2007. № 3. – С. 116–125.
2. Баженова О.И., Любцова Е.М., Рыжов Ю.В., Макаров С.А. Пространственно-временной анализ динамики эрозионных процессов на юге Восточной Сибири. Новосибирск: Наука, 1997. 208 с.
3. Воскресенский С.С., Постоленко Г.С., Симонов Ю.Г. Генезис и строение рельефа Юго-Восточного Забайкалья // Геоморфологические исследования. М.: Изд-во МГУ, 1965. – С. 11–125.
4. Малая энциклопедия Забайкалья: Природное наследие / гл. ред. Р.Ф. Гениатулин. – Новосибирск: Наука, 2009. – 698 с.

**БИО- И ЛИТОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НИЖНЕМЕЛОВЫХ И  
ВЕРХНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОСТОКА РУССКОЙ ПЛИТЫ**

**Л.Ф. Максютова, А.И. Галиакберов**

Научный руководитель профессор С.О.Зорина.

**Казанский (Приволжский) Федеральный Университет, г. Казань, Россия**

В настоящее время обогащенные органическим веществом отложения имеют повышенный научный и практический интерес, так как являются потенциальными источниками углеводородов и индикаторами специфических палеогеографических условий [2, 4]. Меловой период характеризуется несколькими проявлениями океанских аноксических событий (ОАЕ - Oceanic Anoxic Event), которые способствовали накоплению черносланцевых отложений [1, 2, 3, 4]. Кроме того, имеются данные о проявлениях позднеюрского ОАЕ в осадочных бассейнах мира.

На базе лабораторий Казанского федерального университета (Россия) и Фрайбергского технического университета (Германия) были проведены микрофаунистический, петрографический, рентгенографический и геохимический элементный анализы образцов, отобранных из черносланцевых горизонтов (средневожжского промзинской свиты и нижеаптской ульяновской толщи) и вмещающих глинистых отложений (верхнеготеривской климовской свиты и нижеаптской хмелевской толщи) из разрезов «Татарские Шатрашаны», «Чепкас Никольское» и «Старая Задоровка» (восток Русской плиты). Целью исследований было выявление особенностей палеообстановок во время аноксических эпизодов и их влияния на бентосную микрофауну.

По результатам микрофаунистического анализа образцов темно-серых биотурбированных глин климовской свиты из разреза «Чепкас-Никольское», исследованные слои содержат богатый комплекс бентосных фораминифер хорошей и удовлетворительной сохранности: *Mjatlukaena multivoluta* (Roman.), *Lenticilina gaultina*, *Gribrostomoides infracretaceus*, *Trochammina gyroidiniformis*, *Vemeuilinella hoterivica*, *Ammodiscus infracretaceus*, *Haplophragmoides (?) subchapmani*, *Quinqueloculina micra*, *Marginulina sp.*, *Ammodiscus cretaceus*, *Ammobaculites cretacea*. Несмотря на отсутствие в комплексе зонального вида, комплекс достаточно уверенно соотносится с верхнеготеривской фораминиферной зоной *M. comma* – *Q. micra* (=S. decheni), которой соответствует климовская свита. Кроме того, подтверждением позднеготеривского возраста пород может служить появление вида *Vemeuilinella hoterivica*.

В образцах темно-серых глин хмелевской толщи из разреза «Старая Задоровка» содержится бедный комплекс фораминифер, обнаружен лишь зональный вид *Mjatlukaena aptiensis*, подтверждающий раннеаптский возраст слоев. Обеднение и угнетение бентосной микрофауны свидетельствует о начавшихся неблагоприятных условиях в морском бассейне востока Русской плиты непосредственно перед ОАЕ-1а.

На основе ранее разработанной палеобатиметрической модели расселения бентосных фораминифер [1] можно сделать вывод, что по преобладанию бентосных видов с агглютированной раковиной глубина бассейна в раннеаптское и позднеготеривское время составляла около 200 м, что соответствует пограничной области между нижненеритической и верхнебатиальной зонами.

Обработка результатов элементной геохимии в изученных образцах ульяновской толщи (ТШ-1) и промзинской свиты (ТШ-2) проводилась при помощи расчета кларков концентраций [5] и показала различия в концентрациях определенных химических элементов. Установлено, что аноксические условия в средневожжское время прерывались нормализацией кислородных условий, тогда как в раннеаптское время господствовала устойчивая эксиния (сероводородное заражение) [3]. Это подтверждается заметными превышениями содержания (Mo, Se, Ge) в нижеаптском образце (рис. 1).

Повышенные концентрации (Ni, Ho, Y, Sm, Eu) в средневожжском образце свидетельствуют об интенсивном поступлении вулканического материала в морской бассейн в конце юры.

С вышеприведенными фактами согласуются полученные петрографические и рентгенографические данные.

Нижеаптский битуминозный сланец имеет темно-коричневый цвет (рис. 2 а, б), свидетельствующий о высоком содержании органического вещества (до 10%) [3]. Отчетливая ламинарная текстура указывает на отсутствие биотурбации, стагнацию водных масс и связанный с ней дефицит кислорода, то есть - на неблагоприятные условия для обитания бентосных организмов.

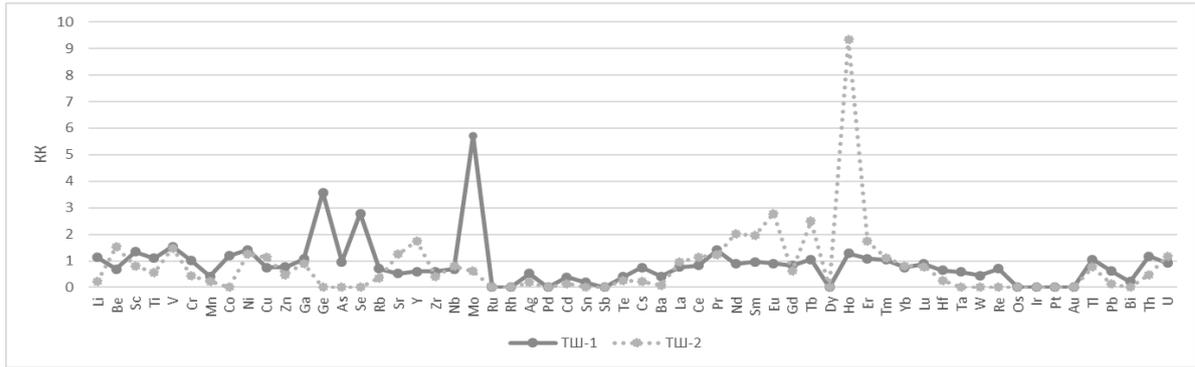


Рис. 1 Распределение редкоземельных элементов в пробах ТШ-1 (ульяновская толща нижнего апта), ТШ-2 (промзинская свита средневожского подъяруса)

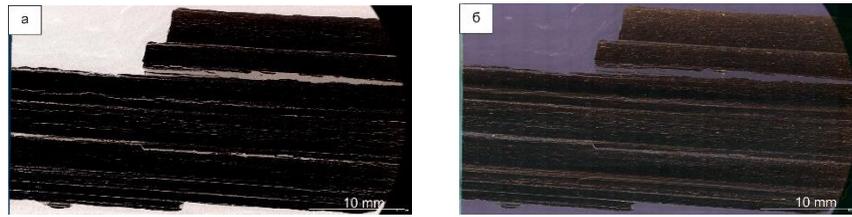


Рис. 2 Шлиф образца ТШ-1: а) николи параллельны, б) николи скрещены

Порода характеризуется микрослоистостью и рассланцованностью. Преобладает кварц и различные слюды, в меньших количествах присутствуют полевые шпаты; в качестве аксессуарных минералов – эпидот и гранат. По данным рентгенографического анализа (табл.1), главным минеральным компонентом является мусковит (31%); глинистая часть представлена монтмориллонитом (18%), хлоритом (8%) и каолинитом (5%). Породу следует отнести к глинистым алевролитам (правильнее называть битуминозно-слюдисто-глинистыми алевролитами), в которых значительную часть минерального состава составляет вулканокластический материал (альбитом) и «камуфлированная» пирокластика (монтмориллонит). Породы формировались при интенсивном поступлении в бассейн седиментации минералов, входящих в состав кор выветривания – каолинита и гиббсита.

Таблица

Минеральный состав пород по данным количественного рентгеновского анализа

Номер образца	Минеральный состав, %															
	Quartz	Albite	Mica	Microcline	Chlorite	Kaolinite	Montmorillonite	Calcite	Siderite	Pyrite	Gibbsite	Clinoclhore	Jarosite	Diopside	Heulandite	Gypsum
ТШ-1	13.87	7.33	30.59		7.64	5.39	17.63	2.21					4.92		17.63	10.43
ТШ-2	14.82	3.80	9.51	4.66			11.24	25.28		1.96		1.88			24.18	2.66

Средневожские битуминозные сланцы промзинской толщи характеризуется коричневато-темно-серым цветом (рис. 3 а, б), параллельнослоистой текстурой, пелитовой структурой, микрослоистостью и рассланцованностью.

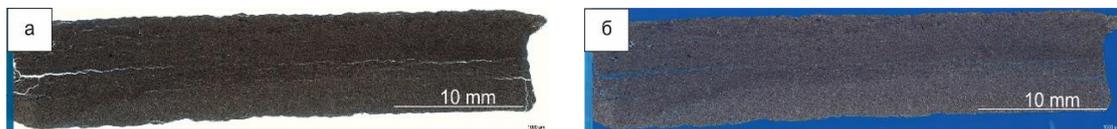


Рис. 3 Шлиф образца ТШ-2: а) николи параллельны, б) николи скрещены

По минеральному составу они относятся к цеолитовым известковым алевролитам (табл. 1). Суммарное количество обломочной части (кварц, альбит, мусковит, микроклин) достигает 35% при значительном (24-25%) содержании цеолитов группы гейландита, биогенного кальцита (25%) и монтмориллонита (11%). Содержание клинохлора (до 2%), указывает на метаморфическое преобразование минералов мафических пород. Несомненный интерес представляет содержание пирита (до 2%), что указывает на сероводородное заражение. Содержание гипса (до 3%), говорит о незначительных процессах размыва кор выветривания. Высокие содержания гейландита, монтмориллонита и альбита (в сумме – 38%) свидетельствуют о влиянии мощных вулканических эксплозий на осадочный процесс в позднерусском эпиконтинентальном бассейне востока Русской плиты.

Литература

1. Зорина С.О., Старцева Г.Н. Биофации бентосных фораминифер, палеобатиметрия и секвенс-стратиграфия среднеюрских-нижнемеловых отложений востока Русской плиты (район Татарско-Шатрашанской скважины 1, Республика Татарстан) // Литосфера. - 2010 - № 4. – С. 81–93.
2. Максютова Л.Ф., Галиакберов А.И. Геохимические исследования мезозойских черносланцевых горизонтов Западно-Сибирской и Русской плиты: Сравнительный анализ // Геология в развивающемся мире: сб. науч. тр. (по материалам X Междунар. науч.- практ. конф. студ., асп. и молодых ученых): в 2 т. / Под ред. Р. Р. Гильмутдинова – Пермь, 2017. – Т.1. – С. 94–96.
3. Щепетова Е.В. Седиментология и геохимия углеродистых толщ верхней юры и нижнего мела Русской плиты. Автореферат. Дис. ... канд. геол.-минер. наук. – М., 2011. – 27 с.
4. Jenkyns H.C. Geochemistry of oceanic anoxic events // Geochemistry, Geophysics, Geosystems. 2010. № 3. Т. 11.
5. Ketris M.P., Yudovich Ya.E. Estimates of Clarks of Carbonaceous biolithes: World averages for trace elements in black shales and coals // International Journal of Coal Geology. – 2009. – Vol. 78. – No. 2. – P. 135–148.

**ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД И РУД НА РУДНИКЕ НУРКАЗГАН  
Н.А. Маханова, И.Б. Смагулова**

Научный руководитель кандидат геолого-минералогических наук Т.В. Кряжева  
*Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда, Казахстан*

Западный участок месторождения Нурказган расположен в центральной части рудного тела и приурочен к западной части обширной Тюлькулинской интрузии. Массив сложен гидротермально переработанными кварцевыми диоритами первой фазы внедрения, гранодиоритами, гранодиорит-порфирами (руда с прожилково-гнездовым оруденением халькопиритом) второй фазы и интрузивными брекчиями, завершающими образование массива. Площадь участка разбита сетью разрывных нарушений субмеридианального и северо-восточного простирания, к которым часто приурочены дайки основного состава.

На месторождении Нурказган установлено два типа руд: молибден–золото–медный и полиметаллический. Рассеянная сульфидная минерализация отмечается в пределах всей вулканно-плутонической структуры, промышленные молибден–золото–медные руды сконцентрированы в трех обособленных штокверках: Западном, Восточном и Северном медном, образовавшихся в период становления Тюлькулинского интрузива.

Медное оруденение локализуется в зоне метасоматических измененных интрузивных и эффузивных пород – березитезированных кварцевых диоритах и туфах андезибазальтов. Породы слаботрещиноватые. Эпигенетическая трещиноватость развита на площади участка до глубины 50-70 м, до 40 м породы затронуты процессом выветривания.

В соответствии с общей инженерно-геологической классификацией горные породы месторождения Нурказган относятся к классу пород с жесткими кристаллизационными связями. Рудные тела – штокверки крутого падения (до 70°), руды и породы крепкие ( $f=14\div 17,9$  по шкале проф. М.М. Протодяконова), устойчивы, массив слаботрещиноват. Среднечасовой приток воды по месторождению не превышает 200 м<sup>3</sup>/ч.

Устойчивое состояние выработок зависит от совместного воздействия следующих факторов: глубины расположения выработки, прочности и структурных особенностей руд и вмещающих пород, мощности рудного тела и его угла падения, пролета подработки, расстояния до очистного пространства, принятой системы разработки, расположения и ориентировки выработки по отношению к фронту очистных работ, оставленным целикам и тектоническим нарушениям, степени воздействия взрывных работ, вида крепи и др.

Прогнозная оценка устойчивости выработок базируется в первую очередь на оценке устойчивости горных пород (руд), в которых они располагаются. Под устойчивым состоянием выработки следует понимать способность ее сохранять форму (сечение) и размеры, определяемые производственной необходимостью, в зависимости от устойчивости массива пород в данных горно-геологических условиях.

Способ охраны выработок следовало принимать в зависимости от устойчивости пород (руд) и напряженного состояния массива. При разработке «Инструкции по выбору типа крепи ... для месторождений ТОО «Корпорация Казахмыс» Испытательным центром Филиала РГП "НЦ КПМС РК" "ВНИИцветмет" совместно с геотехническим отделом ТОО «Корпорация Казахмыс» было установлено решение коэффициент устойчивости  $K_y$  характеризующий устойчивость выработок, который определяется по формуле (1):

$$K_y = \frac{\sigma_H \times K_\sigma}{\sigma_{сж} \times K_{со} \times K_\sigma} \quad (1)$$

где  $\sigma_H$  - величина напряжений в нетронутом массиве по заданному направлению, МПа (рекомендуется принимать  $\sigma_H = \gamma \times H$ , где  $\gamma$  - объемный вес пород, МН/м<sup>3</sup>; H - глубина расположения выработки, м;

$K_\sigma$  - коэффициент концентрации напряжений на контуре выработки. В зависимости от формы сечения одиночной выработки коэффициент концентрации напряжений имеет следующие значения: арочная - 2,5; сводчатая - 3; прямоугольная (трапециевидная) - 3,5.

$\sigma_{сж}$  - прочность пород на сжатие, МПа (согласно физико-механических свойств);

$K_{со}$  - коэффициент структурного ослабления пород в массиве, принимается по таблице 1;

Таблица 1

Количественные характеристики трещиноватости пород

Характеристика трещиноватости пород	Выход керна, %	Коэффициент структурного ослабления $K_{со}$	Показатели трещиноватости и блочности	
			число трещин на м <sup>2</sup> , шт.	расстояние между трещинами, см
Слабо-трещиноватые	80	0,4÷0,5	0÷8	35
Средне-трещиноватые	45÷80	0,2÷0,4	8÷15	15÷35
Сильно-трещиноватые	30÷45	0,1÷0,2	15÷0	5÷15
Раздробленные	30	0,1	>30	<5

Примечания:

1. Количество трещин на 1м<sup>2</sup> обнажения и расстояние между ними определяют в процессе проходки выработок.
2. Коэффициент структурного ослабления определяется, как отношение прочности в массиве к прочности в образце.

$K_d$  – коэффициент, учитывающий влияние времени на устойчивость пород (при сроке службы выработок до 1 года  $K_d = 0,85-0,9$ ; до 5 лет  $K_d = 0,75-0,8$ ; более 5 лет  $K_d = 0,65-0,7$ ).

Классификация устойчивости выработок по критерию  $K_y$ :

I – весьма устойчивые породы – ( $K_y \leq 0,2$ ): Деформации породного контура практически отсутствуют. Длительность устойчивого состояния пород не ограничена.

II – устойчивые, ( $0,2 < K_y \leq 1,0$ ): Возможна деформация до 10% площади породных отслоений.

III – средней устойчивости ( $1,0 < K_y \leq 1,3$ ): Возможна деформация до 50% площади породных обнажений.

И так, до сих пор по расчетам  $K_y$  было установлено II категория устойчивости. Однако по мониторингу геотехнической службы и по результатам физико-механических свойств (по новым пробам) было выявлено, что прочность горных пород крепкая, но по расчету вышеуказанной формулы определено III категория устойчивости (средняя). То есть независимо от прочности, чем глубже горная выработка, тем ниже  $K_y$ .

Проводя анализ использования  $K_y$  на месторождениях Абыз, Шатыркуль, Нурказган получена закономерность изменения коэффициента  $K_{эв}$  от технологии проведения горных работ путем контурного взрывания, приводящего к уменьшению трещиноватости и заколообразования массива горных пород окружающих выработок. Исходя, из этого было принято решение, что необходимо учесть коэффициент эквивалентного пролета при проведении выработок с контурным взрыванием по формуле (2) и внести изменения в действующую «Инструкцию по выбору типа крепи ... для месторождений ТОО «Корпорация Казахмыс»:

$$K_y = \frac{\sigma_n \times K_d \times K_{эв}}{\sigma_{ср} \times K_{со} \times K_d} \quad (2)$$

Коэффициент эквивалентного пролета принимать в зависимости от ширины выработки по таблице 2:

Таблица 2

Количественные характеристики  $K_{эв}$

Ширина выработки, м	$K_{эв}$
До 4м	0,4
От 4 до 5м	0,5
От 5 до 6м	0,6

Используя новую формулу, мы достигли более точный результат категории устойчивости, от чего зависит выбора типа крепи для дальнейшего безопасного ведения горных работ, что подтверждает и согласовывает сторонние организации и государственные органы.

#### Литература

1. Изменение к «Инструкции по выбору и применению анкерной (штанговой), торкрет-бетонной и комбинированной крепей на месторождении Нурказган»
2. «Инструкция по выбору и применению анкерной (штанговой), торкрет-бетонной и комбинированной крепей на месторождении Нурказган» от 23.12.2013г.

РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ  
САМАРОВСКОЙ ГОРЫ (Г. ХАНТЫ-МАНСИЙСК)

Н.В. Мизина, К.А. Хайруллин

Научный руководитель доцент К.Ю. Кудрин

Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия

Самаровская гора – всемирно известный геологический объект: опорный разрез четвертичных отложений, которые отождествляются с эпохой максимального – самаровского – оледенения Западной Сибири. В 2017 г. в рамках учебной геолого-съёмочной практики проведены работы по уточнению геоморфологической характеристики западной части Самаровской горы, расположенной в черте г. Ханты-Мансийск. При этом использован анализ топографической карты местности в сочетании с маршрутным искаживанием территории.

Самаровская гора в геоморфологическом отношении представляет собой четко выраженную контрастную «каравасобразную» положительную форму рельефа с мягкой сглаженной вершиной и крутыми эрозионными склонами. По морфолого-морфометрическим критериям (по А.И. Спиридову) рельеф поверхности исследуемого участка относится к крутой средневысотной холмистой равнине, очень мелко расчлененной (до 10 м) – по средней глубине расчленения и очень густорасчлененной (100-250 м) – по средней густоте расчленения (расстояние между тальвегом и ближайшей водораздельной линией того же порядка) [2]. Для местности в целом следует отметить общее понижение отметок рельефа с востока на запад. По результатам работ выделены следующие геоморфологические элементы (рис.): водораздельная поверхность, склоновые формы (склоны гравитационного сноса, делювиального транзита, делювиального накопления), эрозионные формы (долины временных и постоянных водотоков и сухие долины), водоразделы (симметричные и асимметричные), тальвеги долин с определением порядка, а также элементы невыясненного происхождения.

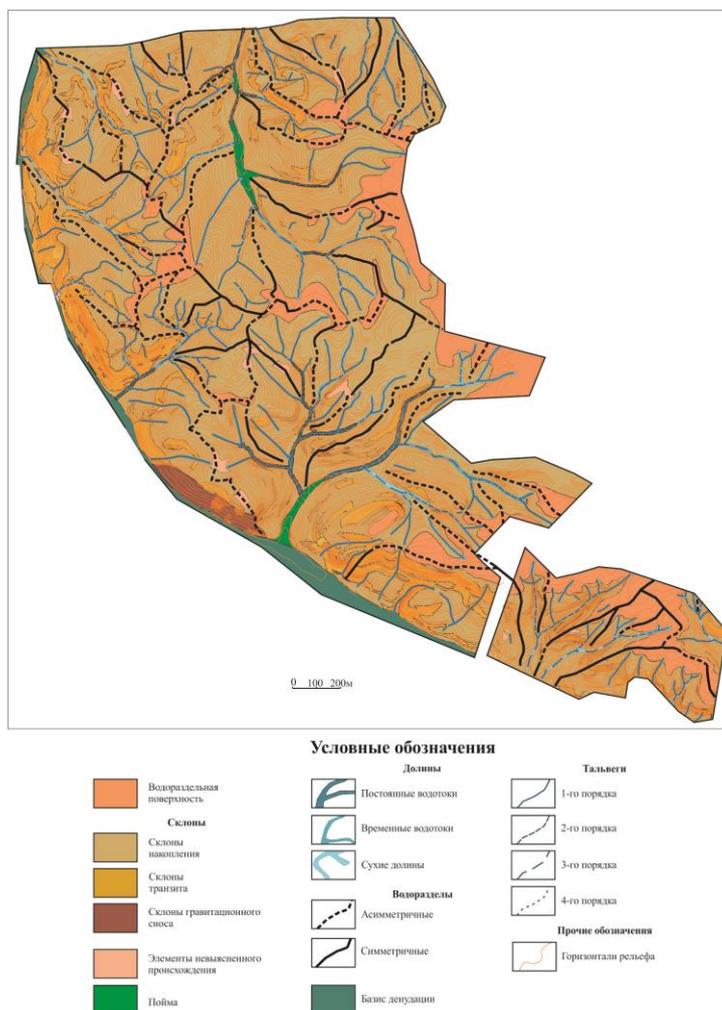


Рис. 1 Геоморфологическая карта-схема западной части Самаровской горы (по материалам авторов)

Эрозионную сеть участка исследований в соответствии с взаимным расположением и общей ориентировкой тальвегов можно отнести к дендровидному (перистому) типу. При этом следует отметить, что тальвеги первого порядка приурочены преимущественно к сухим долинам, реже к долинам временных

водотоков, в единичных случаях – к долинам постоянных водотоков. Тальвеги второго порядка связаны в основном с долинами постоянных водотоков и сухими долинами, изредка с долинами временных водотоков. Тальвеги третьего и четвертого порядка приурочены к долинам постоянных водотоков.

Среди эрозионных форм рельефа преобладают сухие долины, они развиты практически повсеместно, а долины постоянных и временных водотоков – преимущественно в северо-восточной и юго-западной частях исследуемого района. На этих участках наблюдается расширение русел водотоков. Это говорит о начале формирования поймы.

Сеть водораздельных линий на исследуемой территории неоднородная. Выделяются симметричный и асимметричный (при разной крутизне склонов) типы водоразделов. Водораздельная поверхность приурочена к наиболее возвышенным участкам рельефа (в диапазоне абсолютных отметок 104-114 м) и закартирована преимущественно у восточной границы участка исследований, сохраняясь в виде отдельных фрагментов в центральной (сильно эродированной) части. Водораздельная поверхность постепенно переходит в склоны долин – склоны делювиального накопления (практически по всей территории, с уклонами в диапазоне 10-20°) и склоны делювиального транзита (уклоны до 25-30°), которые развиты в западной части участка. Последние имеют преимущественную северо-западную ориентировку и в свою очередь переходят в склоны гравитационного сноса, которые характеризуются максимальной крутизной (уклоны до 50°) и распространены у западной границы участка исследований. Элементы невыясненного происхождения образуют уплощенные формы (в диапазоне абсолютных отметок бровки 80-102 м), располагаются на пологих участках склонов делювиального накопления и пространственно связаны с линиями водоразделов. Образование таких уплощенных форм связано, предположительно, с литологическим составом и строением коренных пород, распространенных на некоторую глубину. В силу различной устойчивости разных горных пород и зон с различной интенсивностью проявления экзогенных процессов, можно сделать предположение о селективном (избирательном) течении общей денудации.

На исследуемой территории преобладает рельеф денудационно-аккумулятивного типа, объединяющий все поверхности и формы, созданные созидательной (аккумулятивной) и денудационной сторонами деятельности экзогенных процессов. Динамика развития экзогенных процессов в пределах современной поверхности западной части Самаровской горы определяется сочетанием разрушения горных пород эрозионными процессами, транспортировки и перераспределения обломочного материала, подготовленного эрозией [1].

В западной части исследуемого района, у подножия склона, денудация сменяется аккумуляцией (прекращается движение склоновых отложений), аккумулятивные процессы проявляются в формировании современных маломощных склоновых отложений (делювия и ложкового пролювия). Это говорит о том, что подножие склона совпадает с базисом денудации Самаровской горы. Базисная поверхность (в диапазоне абсолютных отметок 24-30 м) закартирована практически вдоль всей западной границы участка исследований, за исключением южной части. Также, базис денудации совпадает с поймой р. Иртыш.

#### Литература

1. Абатурова И.В., Грязнов О.Н., Писецкий В.Б., Бутин В.В. [и др.]. Отчет «Создание постоянно действующей математической инженерно-геологической модели г. Ханты-Мансийска». – Екатеринбург - Ханты-Мансийск: ООО НПЦ «ГИНГЕО», ОАО «Ханты-Мансийская гидрогеологическая партия», 2009. – 274 с.
2. Гудымович С.С. Геоморфология и четвертичная геология: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2001. – 202 с.

## СООТНОШЕНИЕ ИСТОРИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОЛОГИИ КАК УЧЕНИЯ О ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

В.А. Миронов

Научный руководитель профессор В.Н. Сыров

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

В статье сравниваются главные познавательные особенности исторической геологии с познавательными особенностями геологии как учения о полезных ископаемых. Показывается как влияют методологические проблемы исторической геологии на развитие гипотез о прошлом Земли, и в частности, на развитие гипотез о происхождении месторождений полезных ископаемых (МПИ).

Одной из значительнейших проблем исторической геологии и учения о полезных ископаемых (ПИ) заключается в том, что гипотезы о прошлом Земли, которые применяются для объяснения генезиса месторождений полезных ископаемых, невозможно напрямую проверить. То есть нельзя вернуться в прошлое или провести эксперимент продолжительностью в миллионы лет. С точки зрения корреспондентской теории истины значительное число гипотез о происхождении МПИ не поддаются полной проверке. А если быть точнее, то их нельзя в полной мере ни доказать, ни полностью опровергнуть. Однако подобные теории проверяются с позиций прагматической теории истины, то есть гипотеза о происхождении ПИ верна, если с помощью нее можно обнаружить МПИ.

Для наиболее полного понимания специфики предсказаний обнаружения МПИ следует подробнее рассмотреть историческую геологию. В работе [1] нами была показана одна из основных формальных особенностей гипотез о прошлом Земли, а именно их малая степень подверженности изменениям. К такому выводу мы пришли на основании того, что для адекватной оценки того или иного события и вообще, в его идентификации необходимо дождаться его завершения.

В исторической геологии, как и в гуманитарной истории точно также, мы можем говорить о начале того или иного периода события. Так, например, о том, что крупнейшая на Земле альпийская складчатость начала формироваться в начале кайнозоя мы можем говорить лишь на том основании, что этот тип складчатости уже сформировался. На момент начала альпийского тектогенеза было бы невозможно утверждать о том, что это новый цикл тектогенеза, а, следовательно, и нельзя как бы то ни было оценить его.

Рискнем предположить, что именно вследствие своей малой изменчивости, гипотезы о прошлом Земли, а соответственно и разного рода глобальные теории развития Земли в некоторых аспектах склонны к догматизму, и как следствие не склонны к новаторству. На это также влияет проблема проверки геологических гипотез, которая состоит в том, что все споры о корректности той или иной гипотезы витают вокруг одной и той же эмпирической базы, а спор геологов тем самым похож на интерпретаторов-теоретиков. А это в свою очередь говорит о том, что значительная часть гипотез о происхождении разного рода полезных ископаемых имеет лишь вероятностный характер.

Отсюда следует, что теоретическое новаторство в геологии производить крайне сложно, т.к. эмпирическая база довольно однообразна, то все будет зависеть от изначальных установок, на которые опирается геолог перед тем как начать работу с эмпирическими данными. Как пишет Фродеман, геолог не может «подойти к объекту с нейтральной стороны» [2].

Учитывая данные особенности геологического знания, необходимо сделать так, чтобы глобальные геологические гипотезы, а также гипотезы о происхождении МПИ не превращались в догму, но в то же время не становились скоплением разрозненных и несогласованных гипотез. По нашему мнению, этого можно добиться, если, перед тем как начать интерпретацию тех или иных эмпирических данных, геолог будет осознать из каких установок и гипотез он исходит и, следовательно, представлять сильные и слабые стороны своей будущей интерпретации данных. Это позволит открывать для дискуссии наиболее спорные и неоднозначные аспекты геологической модели, тем самым доказательно совершенствовать как историческую геологию, так и геологию как учение о полезных ископаемых.

**Выводы:**

На основании сопоставления исторической геологии и геологии как учения о полезных ископаемых были получены следующие результаты:

- В силу того, что гипотезы о происхождении месторождений полезных ископаемых нельзя проверить напрямую, то есть нельзя проверить с позиций корреспондентской теории истины, то корректность подобных гипотез рассматривается с позиций прагматической теории истины. Иными словами, гипотеза о происхождении МПИ верна в том случае, если с помощью нее удастся найти МПИ, несмотря на то, что она может быть ошибочной с точки зрения корреспондентской теории истины.

- Гипотезы о прошлом Земли объективно подвержены малой степени изменчивости, что может привести к некоторому догматизму.

- Споры о глобальном прошлом Земли, как правило, исходят из одной и той же эмпирической базы, что говорит о том, что геологические гипотезы зависят в первую очередь от интерпретации данных.

- Интерпретация данных зависит от тех предварительных знаний и установок, с которыми геолог приступает к интерпретации данных, поэтому дискуссии о корректности тех или иных гипотез, касающихся прошлого Земли и происхождения МПИ должны быть не столько о фактическом материале, а сколько о корректности предварительных гипотез и установок.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках научного проекта № 18-311-00044).

#### Литература

1. Миронов В. А. Характеристика геологического познания с точки зрения нарратологии // *Философия науки* СО РАН №1 (72). – Новосибирск. – 2017. – С.61–74.
2. Frodeman R. Geological reasoning: Geology as an interpretive and historical science.// *Geological Society of America Bulletin* № 107; – 1995. – P. 959–968.

### **ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ИРТЫШСКОЙ ЗОНЫ СМЯТИЯ НА ОСНОВЕ ИЗОТОПНОГО ВОЗРАСТА ПОРОД**

**Е.В. Мусина**

Научный руководитель профессор В.С. Портнов

***Карагандинский государственный технический университет (КарГТУ), г. Караганда,  
Казахстан***

В Иртышской зоне смятия на протяжении последних десятков лет описывался комплекс параметаморфических и ортометаморфических пород высоких давлений. Он сложен плейчатными кристаллическими сланцами и гранито-гнейсами [1]. Геологическая карта Иртышской зоны смятия в структурах Зайсанской складчатой области представлена на рисунке.

Кристаллические сланцы сложены в основном плагиоклаз-диопсидовыми метаморфическими породами, содержащими тонкие и редкие прослойки полевошпат-биотит-гранатовых сланцев и белых гранатовых плагиогранитов, представляющих собой лейкосому послонных мигматитов. Плагиоклаз-

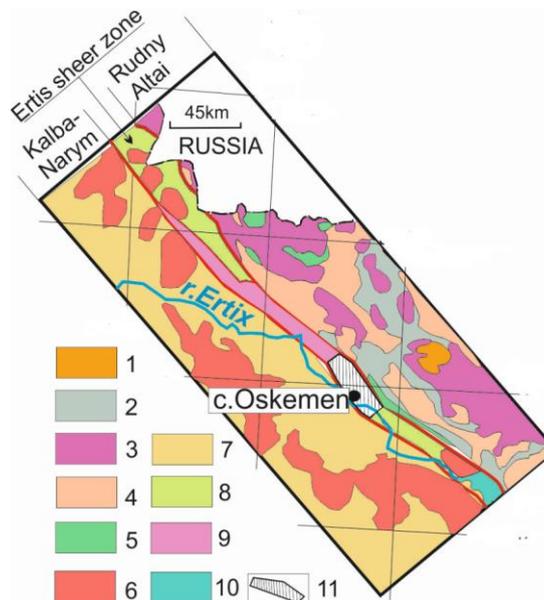
диопсидовые слои сложены плагиоклазом, диопсидом, ортоклазом, титанитом, переменным количеством роговой обманки, карбоната, альмандин–гроссулярового граната и других менее распространенных минералов.

Низкотемпературные плейчатые кристаллические сланцы высоких давлений слагают тектоническую чешую в Овечьем логу. Породы сложены однородными кианит (фибrolит)–гранат–биотит–кварцевыми ( $\pm$  ставролит) сланцами. В юго–западном направлении она сменяется гнейсогранитами, после которых обнажаются полевошпат–гранат–ставролит–слюдистые сланцы. В северо–восточном направлении через разлом чешуя высокобарических пород сменяется рассланцованным комплексом регионально–метаморфизованных пород [2].

Сланцы имеют кремнисто–глиноземистый состав:  $\text{SiO}_2=78,24\text{--}77,96$ ; слабо обогащены железом и истощены щелочами. По составу они похожи на метаморфизованные осадочные породы, образованные размывом кремне–кислых гранитов и вулканитов.

Переход от кристаллических сланцев к гнейсам и мигматито–гнейсам осуществляется нарастанием доли полевошпат–биотит–гранатовых слоев до полного исчезновения плагиоклаз–диопсидовых парагенезисов. Изотопное исследование акцессорного циркона из кристаллических сланцев методом ШРИМП показало три возраста:  $504,8\pm 6,2\text{Ma}$  (время образования циркона и, судя по внутренней интенсивной ритмично–зональной структуре ядер, происхождение его было магматическим, наиболее вероятно, пирокластик);  $463,5\pm 7,3\text{Ma}$  (высокотемпературный региональный метаморфизм, не зональные промежуточные каемки зерен);  $293,7\pm 7\text{Ma}$  (локальный низкотемпературный метаморфизм, единичные каемки с облачной структурой) [1].

Гнейсы и мигматито–гнейсы также имели отношение к магматическим (вулканическим) процессам. В пачке плагиоклаз–диопсидовых кристаллических сланцев сохранилось одно интрузивное тело, представленное сейчас мигматито–гнейсами. Оно имеет такой минеральный состав: плагиоклаз+ортоклаз+биотит+силлиманит–гранат+ставролит+андалузит. Гранат имеет зональную структуру: ядро 29–32% пирропа, кайма 15–16% пирропа. На основе этих данных гранатовый геотермометр показывает температуры кристаллизации ядер  $870\text{--}900^\circ\text{C}$ , что более соответствует магматическому режиму. Он подтверждается также другими фактами, а именно: внутренние ядра циркона также имеют магматические ритмично–зональные структуры и тот же возраст, что и ядра плагиоклаз–диопсидовых кристаллических сланцев:  $506\pm 3\text{Ma}$ ; в данном обнажении полностью сохранился рвущий контакт тела и даже зона изменения в кристаллосланцах шириной 30–50 сантиметров; расчет химического состава мигматита из данного тела по методу А.Н. Заварицкого приводит к магматическому составу, близкому к диориту или тоналиту. Изотопная история данного тела практически повторяет историю вмещающих кристаллосланцев: магматическая кристаллизация  $506\pm 3\text{ Ma}$ , региональный метаморфизм  $422\pm 5\text{ Ma}$ , локальная низкотемпературная активизация  $297\pm 2,5\text{ Ma}$ . На основе приведенных данных мы считаем, что в рассматриваемых гнейсах и мигматито–гнейсы велика доля ортогнейсов, испытавших мигматизацию и последующий катаклаз. Мощные зоны катаклаза, сложенные будинированными мигматитами, катаклазитами, милонитами, blastsмилонитами и до филонитов, как показывают наши исследования, формировались не однократно, а начиная от допозднедевонского возраста до Перми включительно [1].



**Рис. 1** Геологическая карта Иртышской зоны смятия в структурах Зайсанской складчатой области: 1-5-рудноалтайские структуры: 1-кристаллическое основание Рудного Алтая; 2-девонский структурный этаж; 3-каменноугольный структурный этаж; 4-гранитоиды средне-позднекаменноугольные нерасчлененные; 5-поздний Палеозой (СЗ-Р1); 6-Гремяченский аллохтон Рз1-С3; 7-8-структуры Калба-Нарымского террейна: 7-каменноугольный седиментный бассейн; 8-Калбинский батолит. 9-10 структуры Иртышской зоны смятия: 9-кристаллические сланцы и гнейсы  $\epsilon 2\text{-O}3$ ; 10-зеленосланцевый комплекс Рз2(?). 11- детально изученный участок Иртышской зоны смятия.

В таблице представлен состав сланцев и гранито-гнейсов.

**Состав сланцев и гранито-гнейсов**

Element	58*	159/2	78m*	104m*
SiO <sub>2</sub>	78,24	77,96	74,08	73,85
TiO <sub>2</sub>	0,49	0,48	0,05	0,08
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,17	10,26	14,40	14,56
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,52	4,45	0,23	0,18
FeO			0,93	1,08
MnO	0,09	0,11	0,06	0,04
MgO	1,59	1,89	0,30	0,38
CaO	1,08	0,90	0,84	0,98
Na <sub>2</sub> O	1,63	1,38	4,27	3,82
K <sub>2</sub> O	1,56	1,70	3,75	4,08
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,08	0,06	0,11	0,19
LOI	0,89	0,29	0,65	0,63
Total	99,34	99,48	99,67	99,87

Литература

1. Ермолов П.В. /Актуальные проблемы изотопной геологии и металлогении Казахстана/Караганда/2013. – С. 72–73.
2. Ермолов П.В., Хасен Б.П., Мусина Е.В. Редкоземельное оруденение коммерческого значения в метаморфическом комплексе Иртышской зоны смятия//Геология и охрана недр. №1(54), С. 2–8.

**ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СРЕДНЕДЕВОНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ  
РИФОГЕННЫХ МАССИВОВ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ И ОЦЕНКА ИХ  
НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ**

**А.М. Назарова**

Научные руководители: доценты М.И. Шамина, И.В. Рычкова

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

В последнее время возрос интерес к отложениям среднего девона Колывань-Томской складчатой зоны. Решение вопросов, связанных с реконструкцией фациальных обстановок, а также с проявлением битуминозности девонских отложений Колывань-Томской складчатой зоны, может существенно повлиять на оценку перспектив нефтегазоносности глубоких горизонтов Западной Сибири [4].

Объектами исследования стали среднедевонские рифогенные отложения, обнажающиеся на юго-востоке Западной Сибири. Нами были изучены три рифогенных массива, вскрытые карьерами, на территории Томской и Кемеровской областей. Данные отложения выходят на дневную поверхность, а северо-западнее на территории Нюрольской структурно-фациальной зоны в подобных отложениях обнаружены месторождения углеводородов [1]. Комплексными литолого-геохимическими методами проведен литолого-фациальный анализ и изучена битуминозность отложений среднего девона по образцам горных пород из обнажений.

Отложения, вскрытые карьерами Камень и Подломск, приурочены к Колывань-Томской структурно-фациальной подзоне (КТСФПЗ), отложения карьера Лебедянский - к Зарубинско-Лебедянской структурно-фациальной подзоне (ЗЛСФПЗ).

Литолого-петрографические исследования позволили выделить следующие петротипы, обнаруженные во всех карьерах [3]:

1. Известняки, серые, рифогенные (баундстоуны), на отдельных участках перекристаллизованные (с укрупнением зерен) (рис. 1). Данные известняки автохтонные, из группы биолитов, первичные компоненты их связаны организмами в процессе литификации; содержат скелетные фрагменты в положении роста, с развитием органогенного каркаса и полостей между скелетами, выполненных микритом, детритом и их смесью. В породах встречаются обломки морской фауны: табуляты рода *Thamnopora* sp., морских лилий и морских ежей. Редко встречается раковинный детрит (скелетная органика) в виде тонких изогнутых лент (в срезе шлифа) [2].

2. Известняки микритовые пелоидные (пакстоуны) (рис. 2).

3. Известняки темно-серые, с очень слабой волнистой слойчатостью (мадстоуны), битуминозные. В породах встречаются микродизъюнктивы (рис. 3).

4. Известняки песчанистые детритовые плотные серые (рудстоун). Данные известняки аллохтонные из группы биокластитов, содержащий более 10% зерен размером 2 мм, с плотной упаковкой компонентов. В породах встречаются обломки двустворчатых моллюсков криноидей и мшанок (рис. 4).

Палеонтологические, литолого-петрографические и геохимические особенности изученных отложений свидетельствуют о формировании пород в шельфовой зоне с достаточно ровным рельефом дна и теплой водой, на что указывают следующие признаки: присутствие достаточно однообразных по минеральному и химическому

составу карбонатных пород, развитие рифообразующих организмов; распространение палеонтологических остатков с достаточно толстыми раковинами и толстыми морщинистыми эпитеками.

Так же наличие остатков водорослей и комплексов определенных ископаемых остатков кораллов свидетельствует о том, что они жили в мелководном морском бассейне, а также в теплой воде, нормальной солености, так как присутствует комплекс органогенных остатков. Благодаря рентгенофлуоресцентному анализу был установлен химический состав известняков и выяснено, что породы характеризуются чистотой химического состава (таблица 1).

Вероятно, карбонатные массивы представляют собой небольшие рифовые изолированные постройки, сложенные в настоящее время преимущественно рифогенными известняками (boundstone) [2].

Породы, слагающие подобные постройки, как правило, обладают хорошими коллекторскими свойствами и могут служить вмещителем для УВ.

Люминесцентно-микроскопические исследования позволили установить, что карбонатные породы, вскрытые карьерами, подвергались тектоническим дислокациям, а также обнаружить следы миграции битумоидов. Наибольшие скопления приурочены к тектонически ослабленным зонам и разрывам. К зонам разуплотнения и трещиноватости приурочены битумоиды смолисто-асфальтенового состава, вокруг которых отмечаются ореолы более легких битумоидов, что свидетельствует о миграции из трещин в породы. Очевидно, поступление углеводородов было неоднократным. На отдельных участках рифа сохранились карманообразные коры выветривания, представленные преимущественно светлыми рыхловатыми карбонатными породами, иногда раздробленными, с включениями обломков черных аргиллитов.

Таблица

Химический состав известняков по выделенным петротипам

Петротип	Химический состав		
	Ca, %	Fe, %	Sr, %
Известняк серый, рифогенный (баундстоун)	96-99	1,55-3,6	0,8-0,99
Известняк микритовый пелоидный (пакстоун)	90-95	4-5	0,66-0,77
Известняк слойчатый (мадстоун)	85-94	6-15	0,5-0,97
Известняк песчаный детритовый (рудстоун)	80-84	10-20	0,96-1,5

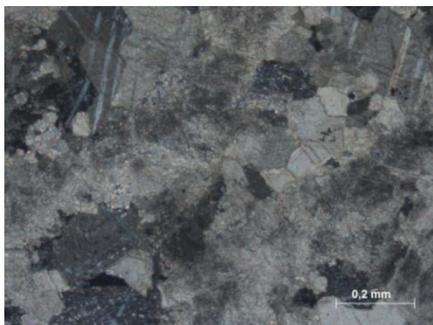


Рис. 1 Известняки серые, рифогенные (баундстоун)

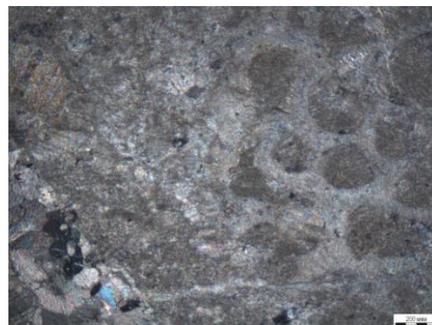


Рис. 2 Известняк микритовый пелоидный (пакстоун)



Рис. 3 Известняк слойчатый (мадстоун)



Рис. 4 Известняк слойчатый (мадстоун)

Постдиагенетические преобразования пород выразились преимущественно в пятнистой и прожилковой перекристаллизации кальцита и выщелачивании с образованием пор. В основной массе пород кроме макрофаунистических остатков присутствовала водорослевая органика, преобразованная в дальнейшем в сингенетично-битуминозное вещество (состав которого варьирует от маслянистого до смолисто-асфальтенового).

Таким образом, на данной территории в среднем девоне шли процессы генерации и аккумуляции углеводородов. Юго-восток Западной Сибири в это время представлял собой мелководный нормально-соленый морской бассейн, в котором шло формирование рифогенных массивов, породы которых могли бы служить коллекторами для углеводородов при сохранении надежных покрышек.

#### Литература

1. Гудымович С.С., Рычкова И.В., Рябчикова Э.Д. Геологическое строение окрестностей г. Томска. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2009. – 84 с.
2. Сосновская О.В., Перфилова О.Ю. Основы палеонтологии, общая стратиграфия. Окаменелости в шлифах: учебно-методическое пособие. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. – 28 с.
3. Типовые разрезы пограничных отложений среднего и верхнего девона, франского и фаменского ярусов окраин Кузнецкого бассейна. (Материалы V выездной сессии комиссии МСК по девонской системе, Кузбасс, 16-29 июля 1991 г.) Новосибирск, 1992. – 136 с.
4. Шамина М.И., Рычкова И.В., Поцелуев А.А., Корчуганов Я.Ю. Новые данные о специфических условиях формирования турнейских отложений Колывань-Томской складчатой зоны / Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2016. Т. 327. № 3. – С. 16–22.

### **ЗНАЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ПОРЯДКА CZEKANOWSKIALES ДЛЯ РАСЧЛЕНЕНИЯ СРЕДНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НЮРОЛЬСКОЙ ВПАДИНЫ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)**

**Е.А. Осипова**

Научный руководитель доцент И.В. Рычкова

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

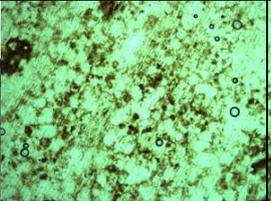
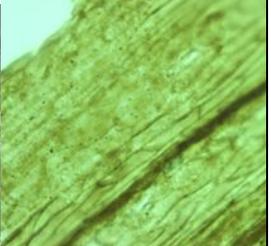
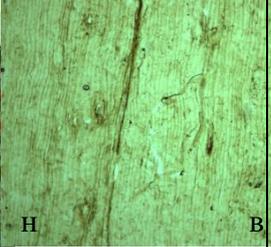
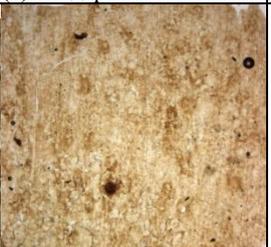
Западная Сибирь известна как один из самых важных регионов по добыче нефти и газа в России. Наиболее значимыми в этом плане являются средне-верхнеюрские отложения. Применение комплекса методов, включая палеонтологический, при стратиграфическом расчленении разрезов дает наибольший результат и позволяет построить достоверную модель месторождения полезных ископаемых. Цель данной работы заключается в стратиграфическом расчленении средне-верхнеюрских отложений на Майской площади, которая расположена на юго-востоке Западной Сибири в пределах Нюрольской впадины. Согласно схеме структурно-фациального районирования нижней и средней (без келловей) юры Западной Сибири Майская площадь расположена в пределах *Нюрольского фациального района*, а согласно схеме келловей и верхней юры Западной Сибири – в пределах *Пурнейско-Васюганского фациального района* [3]. В отложениях юрской системы в Западной Сибири выделяют три фитогоризонта: уренгойский, томский и наунакский [1]. В представленной работе рассматриваются только два последние. Томский фитогоризонт включает следующие комплексы растений: верхнепешковский (аален), ажарминский (байос), малышевский (нижний – низы верхнего бата). Ажарминский и малышевский комплексы относятся к тюменской свите. Наунакский фитогоризонт (верхи верхнего бата – оксфорд) включает наунакский комплекс растений, относится к наунакской свите.

Крайне важными для расчленения Западносибирских континентальных юрских отложений являются растения родов *Phoenicopsis* и *Czekanowskia*, относящихся к одному порядку *Czekanowskiales*, так как большинство видов данных родов жили не более 1-2 геологических веков вследствие относительно быстрого эволюционного развития. Однако макроскопическое определение и систематизация представителей данных родов сильно осложняются схожестью морфологических признаков их листьев. Поэтому в большинстве случаев наиболее результативным выступает изучение эпидермального строения листьев. Данный метод подразумевает детальное изучение предварительно обработанной фитолеймы под микроскопом, что позволяет рассмотреть строение листа на клеточном уровне и систематизировать образец точно до вида. По строению род *Phoenicopsis* очень близок к *Czekanowskia*, в особенности – характером прикрепления листьев (все листья собраны в пучок, прикрепляющийся к укороченной веточке), но его представители имеют простые и, порой, достаточно широкие листья, в отличие от дихотомирующих узких сегментов представителей рода *Czekanowskia*. На клеточном уровне основным отличием является количество эпидерм: род *Phoenicopsis* имеет только две – верхнюю и нижнюю эпидермы, в то время как род *Czekanowskia* к тому же обладает и двумя боковыми, то есть в поперечном разрезе листья имели четырехугольную форму. Материалом для данных исследований послужил керн из скважин 393 и 573 Майской площади. Фитолеймы подвергались мацерации по стандартной методике, полученные препараты (развернутые фитолеймы, закрепленные на предметном стекле для детального изучения под микроскопом) фотографировались и определялись [2, 4]. Основные результаты определений растений представлены в таблице.

В составе флоры из скважины 573 на пл. Майская, по эпидермальным признакам установлены: *Phoenicopsis varia*, известный из томского и наунакского фитогоризонтов Западной Сибири; *Phoenicopsis mogutchevae* известен из томского фитогоризонта Западной Сибири. Стратиграфические диапазоны данных видов дают возможность датировать их как аален-низы позднего бата (томский фитогоризонт), а с учетом геофизической разбивки отложения относятся к тюменской свите. В составе флоры из скважины 393 на пл. Майская определены *Phoenicopsis gurarii*, встречающийся в малышевском и наунакском комплексах растений Западной Сибири; *Phoenicopsis dentata* – в томском и наунакском фитогоризонтах Западной Сибири, в нижней-средней юре Иркутского угленосного бассейна. Стратиграфические диапазоны данных видов дают возможность датировать флору как бат-келловей – оксфорд (малышевский и наунакский комплексы растений). *Czekanowskia*

Таблица

Принадлежность полученных образцов к комплексам растений юрских фитогоризонтов Западной Сибири

Скв. №	Обр. №	Глубина, м	Название	Макрофото	Микрофото	Комплексы			
						Верхне-пешковский	Ажаринский	Малышевский	Наунакский
573	389	3242,1	<i>Phoenicopsis varia</i>		 Основные клетки эпидермы, устьице x300	+	+	+	+
	388	3241,6	<i>Phoenicopsis mogutchevae</i>		 Основные клетки эпидермы x160	+	+	+	
393	336	2936,7	<i>Czekanowskia obiensis</i>		 Основные клетки эпидермы, устьице x360	+	+	+	+
	330	2359,3	<i>Phoenicopsis gurarii</i>		 Н В Нижняя (н) и верхняя (в) эпидермы x160			+	+
			<i>Phoenicopsis dentata</i>		 Нижняя эпидерма x60	+	+	+	+

obiensis имеет широкий стратиграфический диапазон и встречается как в томском, так и в наунакском фитогоризонтах Западной Сибири.

Таким образом, виды изученных растений, имеющие узкий стратиграфический диапазон, позволяют использовать их для стратиграфического расчленения и проводить межплощадную корреляцию. Отложения из скв. 573 (гл. 3241,6-3242,1 м), содержащие виды *Phoenicopsis varia* и *Phoenicopsis mogutchevae* относятся к тюменской свите. Отложения из скв. 393 (2359,3 м), содержащие *Phoenicopsis gurarii* и *Phoenicopsis dentata* датируют возраст как бат-келловей-оксфорд (переходные слои от тюменской к наунакской свите).

#### Литература

1. Киричкова А. И. Фитостратиграфия и флора юрских отложений Западной Сибири / А. И. Киричкова, Е. И. Костина, Л. И. Быстрицкая. – СПб: Недра, 2005. – 378 с.
2. Киричкова А. И. Биохронология и биостратиграфия фанерозоя нефтегазоносных бассейнов России Вып.3. Род *Phoenicopsis* (систематика, история, распространение, значение для стратиграфии) / А. И. Киричкова, Т. А. Травина, Л. И. Быстрицкая. – СПб: Санкт-Петербург, 2002. – 205 с.
3. Решение 6-го межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири, Новосибирск, 2003 г. – Новосибирск: СНИИГГИМС, 2004. – 114 с.
4. Самылина В. А. Род *Czekanowskia* (систематика, история, распространение, значение для стратиграфии) / В. А. Самылина, А. И. Киричкова. – Л.: Наука, 1991. – 139 с.

### **ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ МАМОНТОВОЙ ФАУНЫ «МЕГИНСКОЕ» (ПРИЛЕНСКОЕ ПЛАТО, ЦЕНТРАЛЬНАЯ ЯКУТИЯ)**

**М.Р. Павлова, Г.И. Шапошников**

Научный руководитель главный научный сотрудник А.А. Галанин

*Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, г. Якутск, Россия*

Местонахождение мамонтовой фауны «Мегинское» расположено в 30 км юго-западном направлении от п. Нижний Бестях, Мегино-Кангаласского района Якутии в пределах первой и второй надпойменных террас р. Суола. В геологическом отношении участок приурочен к северо-восточной части Алданской моноклизы Сибирской платформы, выраженной в рельефе Приленского плато [1,2].

В 2015 году сотрудниками отдела изучения мамонтовой фауны Академии наук Республики Саха (Якутия) впервые обнаружены палеонтологические остатки мамонтовой фауны (лошадь, мамонт, благородный олень, грызуны) и выполнено первичное описание местонахождения. В 2016 г. нами проведены полевые исследования в пределах местонахождения «Мегинское» с целью установления обстановки осадконакопления и генезиса отложений. В пределах первой надпойменной террасы р. Суола вскрыта пачка отложений видимой мощностью 3,6 м, представленная сингенетически мерзлыми песками с погребенным торфяником. Для разреза выполнено подробное описание и опробирование.

Для 12 песчаных проб выполнен гранулометрический рассев. В программе Gradistat проведена статистическая обработка полученных данных по методу Р.Л. Фолка и В.С. Уорда с вычислением следующих показателей: средний размер ( $x$ ), мода ( $M_0$ ), медианный диаметр ( $M_d$ ), коэффициент сортировки ( $\sigma$ ), асимметрия ( $\alpha$ ), эксцесс ( $\tau$ ) выраженные мкм ( $\mu m$ ) [3]. Выполнен расчет среднего значения и статистического отклонения параметров.

Для пяти образцов, представляющие собой торф и остатки древесины, выполнен радиоуглеродный анализ методом жидкостной сцинтилляции на спектрометре-радиометре Quantulus 1220 в институте мерзлотоведения СО РАН (г. Якутск).

В результате полученных данных выделено три литологических горизонта.

Первый горизонт (0-1,2 м) представлен песками охристыми мелкозернистыми ( $x = 198,3 \pm 9,37$ ) тонко перекрестно-косослоистые с прослоями погребенных почвенных горизонтов небольшой мощности 2-4 см. Отложения характеризуются умеренной сортировкой материала ( $\sigma = 1,72 \pm 0,03$ ), симметричным распределением частиц ( $\alpha = 0,06 \pm 0,06$ ), эксцесс ( $\tau$ ) составляет  $0,91 \pm 0,09$ , мода –  $191,5 \pm 12,05$ , медиана – 175,0.

Второй горизонт залегает в интервале 1,2-2,6 м. Отложения представлены чередованием песка светло-серого мелкозернистого ( $x = 182,9 \pm 27,94$ ) талого и торфа темно-коричневого мохово-кустарничкового с остатками древесины. С глубины 2,3 м начинается мерзлый слой. Отложения характеризуются средней сортировкой материала ( $\sigma = 1,62 \pm 0,11$ ), мода составляет  $180,6 \pm 25,59$ , медиана – 175,0, асимметрия ( $\alpha$ ) –  $0,09 \pm 0,09$ , эксцесс ( $\tau$ ) –  $0,96 \pm 0,15$ . Данные указывают на спокойные условия временно пересыхающего водоема, в котором, вероятно, поступали супесчаные и мелкопесчаные осадки во время весенних половодий и/или эолового разноса с окружающей территории. Симметричное распределение и низкий эксцесс свидетельствуют об отсутствии выноса отложений.

Третий горизонт (2,6-3,6 м) представлен песками серыми среднезернистыми ( $x = 307,8 \pm 12,65$ ) мерзлыми косослоистыми. Отложения имеют среднюю сортировку ( $\sigma = 1,53 \pm 0,02$ ), мода составляет  $326,8 \pm 6,79$ ,  $M_d$  – 375,0. Значения асимметрии ( $\alpha = -0,29 \pm 0,06$ ) и эксцесса ( $\tau = 1,27 \pm 0,06$ ) указывают на преобладание выноса мелких фракций, что свидетельствует об отложениях осадков в высокодинамичном водном потоке. Данный факт

подтверждается также крутой косой слоистостью отложений (<42-45°), крупными обломками древесины и косыми линзами растительного детрита.

Анализ разреза и данных радиоуглеродного датирования позволяет заключить, что накопление осадков первой террасы р. Суола в пределах местонахождения мамонтовой фауны «Мегинское» происходило в различных литолого-фациальных условиях. Формирование нижней части осадочной толщи, характеризующей стрежневую субфации руслового аллювия, началась около 22 тыс. лет назад (МРІ-80 – 19,3±0,3 тыс. л. н.), что соответствует сартанскому криохрону. Далее в первую половину голоцена (даты МРІ-105 – 9800±500 л. н., МРІ-103 – 8400±200 л. н., МРІ-113 – 7500±250 л. н., полученных с глубин 2,6, 2,2 и 1,5 м соответственно) происходит накопление старичной фаций с последующим ее заболачиванием (горизонт 2). В атлантическом периоде голоцена (МРІ-112 – 7250±250 л. н. с глубины 1,15 м), вследствие изменения климатических условий и режима осадконакопления, происходит активация ветровых процессов и аккумуляции эоловой фации (горизонт 1), которая продолжается до сих пор.

*Исследования проведены при поддержке грантов РФФИ № 18-35-00076\_мол\_а и РФФИ № 17-05-00954\_а.*

#### Литература

1. Геокриология СССР. Средняя Сибирь / Под ред. Э. Д. Ершова. – М.: Издательство Недр, 1989. – 413 с.
2. Коржув С.С. Геоморфология долины средней Лены и прилегающих районов. – М.: Издательство академии наук, 1959. – 156 с.
3. Blott S.J., Pye K. Gradstat: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments // Earth surface processes and landforms. – 2001. – Vol. 26. – P. 1237–1248.

### НЕТРАДИЦИОННЫЙ МЕТОД ВЫЯВЛЕНИЯ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ СЛЕПЫХ РУДНЫХ ТЕЛ (НА ПРИМЕРЕ ЮЖНОЕНИСЕЙСКОЙ ТАЙГИ)

**К.Д. Пахмутова, В.И. Стреляев**

Научный руководитель доцент А.Е. Ковешников

*Научно-исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

Район южноенисейской тайги сложен рифейскими аспидными сланцами, диабазовыми порфиритами и метадиабазами с развитыми на них мезозойско-кайнозойскими корами выветривания. Район закрыт типичной таежной растительностью. С целью установления роли биогеохимических поисковых критериев для поисков скрытых золото-кварцевых тел нами проводились исследования в центральной части Енисейского кряжа на одном из золоторудных месторождений. Для этого в полевой период были отобраны пробы шестнадцати разновидностей наиболее распространенных древесных и кустарниковых растений: листья, хвоя, кора, древесина, корни (табл.1). Пробы растений отбирались над рудными телами и вне их.

**Таблица 1**

*Растения, пробы которых были проанализированы на содержание золота*

Шифр растений	Название растений	Шифр растений	Название растений
7	Черноголовка обыкновенная	26	Брусника
9	Поповник обыкновенный	16	Черника
23	Тысячелистник	12	Ель сибирская
2	Горошек мышиный	14	Сосна обыкновенная
22	Осина	15	Кедр сибирский
4	Водяника черная	13	Пихта сибирская
18	Можжевельник	28	Береза пушистая
11	Малина	24	Жимолостные

Определение золота в отобранных образцах проводили инструментальным нейтронно-активационным методом анализа. Перед облучением образцы растений предварительно высушивали при 378-400° К до постоянства веса. Затем материал прессовали в таблетки массой 200 мг и упаковывали в алюминиевую фольгу. Облучение образцов проводили в вертикальном канале ядерного реактора ИРТ-2000 при плотности потока нейтронов 5-10<sup>4</sup> нейтр/(см<sup>2</sup>-с) в течение 24 ч. Измерение наведенной активности радиоизотопа золота-198 (T<sub>ф</sub> = 65 ч, E<sup>γ</sup> = 412 кэВ) проводили спустя семь дней после облучения с помощью *e(I)* - детектора объемом 60 см<sup>3</sup> и анализатора А/ТА-512В. Обработку полученных спектров проводили на ЭВМ "Наири-К", связанной в линию с анализатором, по программе, разработанной в ФХИ им. Л.Я. Карпова [1]. В качестве эталонов применяли

**СЕКЦИЯ 1. ПАЛЕОНТОЛОГИЯ, СТРАТИГРАФИЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ  
ГЕОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ**

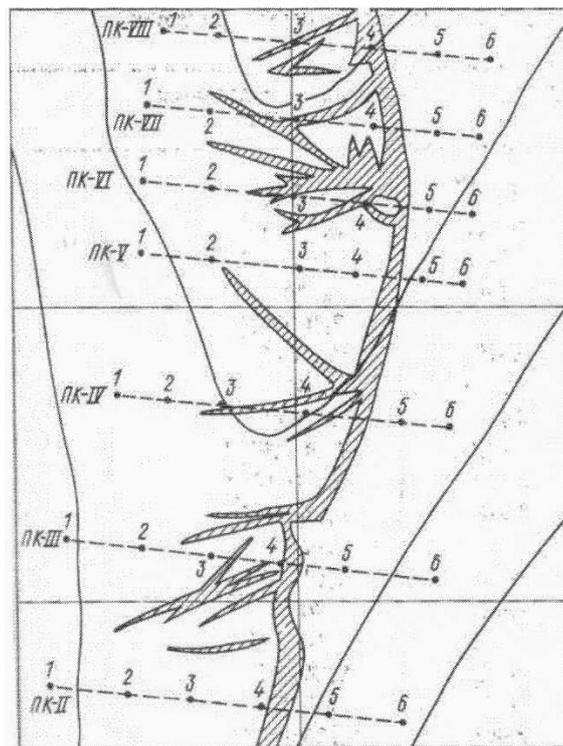
синтетические многоэлементные стандарты для инструментального нейтронно-активационного анализа, разработанные и изготовленные в Институте физики АН б. Грузинской ССР [2].

Нейтронно-активационный анализ с облучением образцов в каналах ядерного реактора нашел широкое применение в методах контроля состояния природной среды. Анализу подвергается большое число объектов различного вида и происхождения, в том числе биологических объектов во всем их многообразии. В некоторых случаях необходимо облучать сам материал, как в нашем случае, ионообменные смолы, используемые при концентрировании следов химических элементов из природных или технологических вод.

**Таблица 2**

**Растения-индикаторы, выявленные при обработке проб одного из скрытых месторождений золота южноенисейской тайги**

Растения	Объекты, содержание золота, %	
	ПК-VI	ПК-III
Жимолостные	$2,2 \cdot 10^{-7}$	$2,7 \cdot 10^{-6}$
Кедр сибирский	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-5}$
Пихта сибирская	$6,1 \cdot 10^{-7}$	$8,5 \cdot 10^{-6}$
Береза пушистая	$4,4 \cdot 10^{-7}$	$1,2 \cdot 10^{-5}$
Осина	$6,4 \cdot 10^{-6}$	$6,8 \cdot 10^{-6}$



**Рис. 1 План одного из скрытого золото-кварцевого месторождения южноенисейской тайги (по авторам)**

Установлено, что вересковые (брусника, черника и др.) и кустарниковые не обладают повышенным содержанием золота. Самое высокое содержание золота обнаружено в корнях и коре кедра, пихты, сосны, ели и березы. Эти биогеообъекты характеризуются и наибольшим коэффициентом контрастности биогеохимической аномалии над месторождением и наименьшим вне его.

Таким образом, исследование биогеохимии ландшафта золотоносных участков южноенисейской тайги показали тесную связь биогеохимической рудоносности с концентрацией золота в растениях. Очевидно, что биогеохимический метод с использованием инструментального нейтронно-активационного анализа обладает значительными преимуществами перед другими методами поиска. Во-первых, процесс отбора проб не связан с большими трудовыми и материальными затратами. Во-вторых, с помощью инструментального нейтронно-активационного анализа можно проводить до 100 анализов в день с высокой чувствительностью, что практически невозможно сделать другими количественными методами.

Используя полученные данные для выявления корреляционных зависимостей, кроме золота, в растительных пробах выявлен ряд других химических элементов (бром, мышьяк, сурьма, никель, кобальт и др.). В-третьих, с помощью предложенной методики можно прогнозировать перспективность на золото закрытых площадей в смежных районах.

Литература

1. Куринов А.Д. Инструментальный нейтронно-активационный анализ океанических осадков. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. наук. – М., ИО АН СССР им. П.П. Ширшова, 1975.
2. Мосулишвили Л.М., Коломийцев М.А., Дундуа В.Ю., Шония Н.И., Данилова О.В. Мультиэлементные стандарты для инструментального нейтронно-активационного анализа биологических материалов. – Препринт 20-БФ, ИФ АН б. ГрузССР, Тбилиси, 1974.

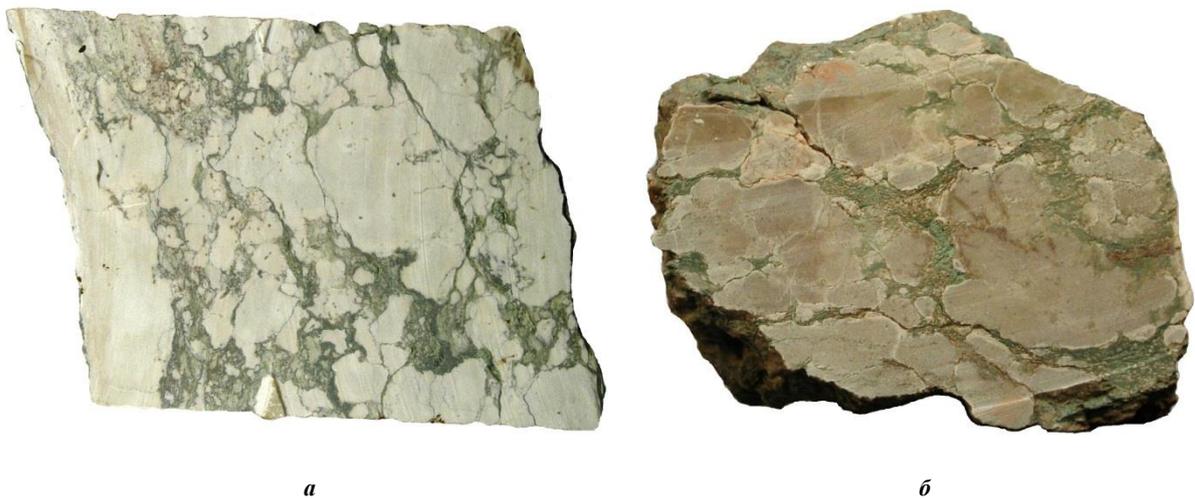
**СТРУКТУРНО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ПАЛЕОПОЧВ В КАРБОНАТНЫХ КОМПЛЕКСАХ БАШКИРСКОГО ЯРУСА**

**Д.И. Петрова, Э.А. Королёв**

Научный руководитель доцент Э.А. Королёв

*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия*

Отложения башкирского яруса на территории Волго-Уральской антеклизы формировались в условиях мелководного морского бассейна нормальной солёности, который периодически испытывал эвстатические флуктуации уровня поверхности воды. Наиболее крупные этапы регрессивного цикла развития Башкирского палеоморя отражены в разрезах в виде геофизических аномалий, по которым карбонатный комплекс башкирского яруса подразделяется на горизонты. В основании каждого горизонта залегают брекчированные известняки, состоящие из обломков карбонатных пород, сцементированных зеленовато-серым известково-глинистым материалом. По литологическим признакам они соответствуют породам отмельных фаций с активным гидродинамическим режимом [1]. Изучение минерального состава цемента показало, что в составе глинистой компоненты преобладают хлорит с примесью мусковита. Учитывая низкую степень окатаности обломков, ассоциацию глинистых минералов и периодические находки в цементе раковин фораминифер, можно предположить, что брекчированные известняки представляют собой результат подводного размыва слабо литифицированных донных осадков, не выходявших на дневную поверхность (рис. 1 а). Помимо зеленовато-серых обломочных карбонатных пород, в разрезах башкирского яруса встречаются небольшие по толщине (до 15 см) прослои брекчированных известняков, сложенных темно-бурыми и черными известковистыми обломками (рис. 1 б). Собственно, они и являются объектами исследований в данной работе.



**Рис. 1 Фото образцов яруса брекчированных известняков башкирского яруса прибрежно-морской (а) и континентальной (б) фаций.**

Считается, что подобные литокластовые известняки сформировались в условиях континентального режима, когда отдельные участки шельфа были выведены из под уровня моря на дневную поверхность [3]. По сути, они представляют собой реликты палеопочв, покрывавших поверхности карбонатных островов. Основным субстратом для почвообразования, по-видимому, служил лепловый материал, поступавший на острова за счет воздушного переноса [3]. В пользу этого говорит состав терригенного материала, сохранившегося в трещинно-пустотном пространстве подпочвенного известкового основания. По данным рентгенографического анализа в составе палеопочв присутствуют такие обломочные минералы, как кварц, плагиоклазы, микроклин, амфибол, пироксены, клиноптилолит и мусковит. Из глинистых минералов преобладает смешанослойное образование иллит-монтмориллонитового состава, в меньших количествах присутствует каолинит, в качестве примеси

отмечается хлорит. Примечательно, что в прибрежно-морских карбонатных брекчиях, сформировавшихся ниже уровня моря, в составе глинистых минералов первые две минеральные фазы полностью отсутствуют, преобладает хлорит с примесью иллит-мусковита.

Исследование карбонатных реликтов палеопочв с помощью электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) показало относительно высокое содержание в них соединений трехвалентного железа. На спектрах ЭПР фиксируются широкие интенсивные линии поглощения. Согласно литературным данным, подобные спектры типичны для тонкодисперсных соединений  $Fe^{3+}$  типа гетита-гидрогетита [2]. Темно-бурый цвет брекчированных известняков, в принципе, отвечает окраске данных типов соединений трехвалентного железа.

Оптико-микроскопические исследования карбонатных пород подпочвенного горизонта показали, что в одних разрезах темно-бурые брекчированные известняки сложены ожелезненными обломками строматолитов, в других – ожелезненными обломками пелитоморфных известняков, в третьих – ожелезненными обломками фораминиферовых известняков. То есть, четкой привязки нынешнего облика брекчированных пород к первичным фаціальным условиям их образования не наблюдается. Независимо от литологического состава карбонатных обломков, все они в различной степени пигментированы гидроокислами железа. Интенсивность пигментации в какой-то степени определяется структурными особенностями пород. В обломках пелитоморфных известняков пигментация слабая, часто пятнистая, в строматолитовых обломках гидроокислы железа подчеркивают первичную волнисто-слоистую текстуру, в обломках фораминиферовых известняков пигментация относительно равномерная и наиболее интенсивная. Для всех карбонатных пород подпочвенного горизонта характерно наличие следов выщелачивания в виде субвертикальных и наклонных прожилков и каверн, залеченных тонко-мелкозернистым кальцитом (рис. 2). Встречаются редкие извилистые каналы, сужающиеся по мере заглубления в породе, также выполненные вторичным кальцитом с вкраплениями окислов-гидроокислов железа. За счет залечивания ранее образованных полостей карбонатной минерализацией пористость брекчированных известняков составляет 2-3%. Даже в период миграции агрессивных водонефтяных флюидов эти породы слабо подвергаются выщелачиванию, что делает их хорошими флюидоупорами.

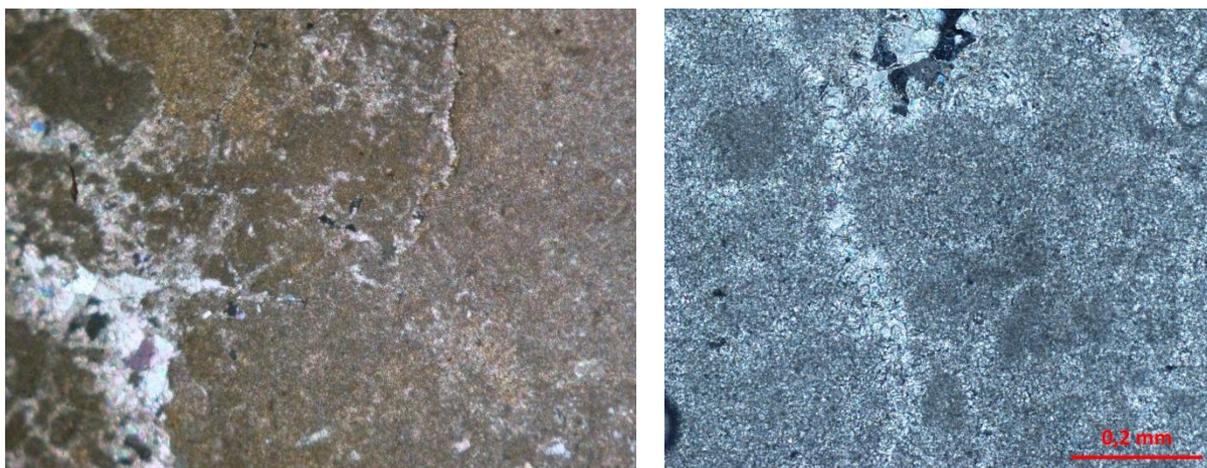


Рис. 2 Фото шлифов брекчированных известняков башкирского яруса

Учитывая выше сказанное, образование ожелезненных брекчированных известняком можно представить следующим образом. В период кратковременных регрессий башкирского палеоморя приподнятые участки карбонатного шельфа выходила на дневную поверхность, создавая небольшие острова. Активно протекавшие в это время на Урале и Средней Азии вулканические процессы способствовали поступлению на обнажившиеся карбонатные породы пеплового материала. В условиях гумидного климата тонкодисперсный, пирокластический материал, обогащенный различными микроэлементами, являлся хорошей средой для развития почвенного покрова. Сочетание покрова вулканического пепла с подстилающими карбонатными породами могло способствовать образованию преимущественно дерново-карбонатных почв, которые широко известны как рендзины [4]. Промывной водный режим, характерный для гумидной климатической зоны, обеспечивал поступления гумуса, органических и неорганических кислот к известнякам подпочвенного горизонта. В результате этого в карбонатных породах, не зависимо от их фаціальной принадлежности, активизировались процессы выщелачивания. Под влияние атмосферных вод, насыщенных кислотами, в известняках расширялись синседиментационные трещины, а вокруг них увеличивалось количество пор и каверн. С нисходящими почвенными водами к подпочвенному горизонту выносились минеральные компоненты, формируя иллювий. Глинистая компонента и тонкодисперсный терригенный материал постепенно проникали в полости трещин выщелачивания, формируя совместно с кальцитом вторичный цемент заполнения. Гидроокислы железа, образованные в почве при биохимическом разложении железосодержащих минералов вулканического пепла, за счет коллоидной размерности проникали в более тонкие поры обломков карбонатных пород, придавая им темно-бурю окраску. После кольматации трещин и снижения скорости фильтрации воды, полости каверн и тонких трещин внутри карбонатных обломков постепенно стали заполняться яснозернистым кальцитом. Последующая

трансгрессия башкирского палеоморя смыла почвенный покров, оставив на его месте лишь плотный подпочвенный карбонатный горизонт, сложенный темно-бурыми брекчированными известняками.

Литература

1. Ефимов А.А., Кочнева О.В. Влияние фациальной приуроченности на продуктивность карбонатных отложений башкирского яруса // Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2011. – № 1. – С. 19–24.
2. Истомин В.Е., Дучков А.Д. Ионы железа  $Fe^{2+}$  и  $Fe^{3+}$  в магнитной модели осадочной среды // Физика земли. – 2008. – №5. – С. 75–80.
3. Кринари Г.А., Королев Э.А., Пикалев С.Н. Вулканокластический материал в палеозойской толще Татарстана: методы выявления и роль в нефтедобыче // Литосфера. – 2003. – № 1. – С. 27–38.
4. Wright V.P. Paleosols in shallow marine carbonate sequences // Earth-Sci. Rev. – 1994. – V. 35. – P. 367–395.

**СТРАТИГРАФИЯ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ СРЕДНЕЮРСКИХ ФЛОРЫ И ФАУНЫ  
(ТИСУЛЬСКИЙ РАЙОН КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ И ШАРЫПОВСКИЙ РАЙОН  
КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ)**

**Е.А. Постольник, А.О. Фролов**

Научный руководитель доцент С.В. Иванцов

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

На данный момент изучение юрских континентальных отложений является актуальной задачей, ведь данные отложения напрямую связаны с месторождениями нефти, газа и угля. Важность же построения палеогеографических реконструкций заключается в отслеживании физико-географических условий конкретной территории.

В 2016 году, на территории Тисульского района Кемеровской области сотрудниками лаборатории континентальных экосистем мезозоя и кайнозоя (ТГУ) на Кайчакском разрезе (КЧР-1) был описан и составлен сводный разрез, из которого были отобраны образцы на палинологический анализ. В 2017 году, на территории Шарыповского района Красноярского края совместной экспедицией сотрудников лаборатории континентальных экосистем мезозоя и кайнозоя (ТГУ), а также Института земной коры СО РАН были впервые описаны разрезы местонахождений среднеюрской флоры Посёлок Дубинино – 1 (ДП-1) и Посёлок Дубинино – 2 (ДП-2). С этих и других точек, а именно с Березовского разреза и Дубинино были отобраны образцы макрофлоры, а также образцы на палинологический анализ. Необходимо отметить, что ранее, с Березовского разреза найти образцы макрофлоры не удавалось.

Из всех перечисленных местонахождений сильно выбивается «Березовский разрез», так как он включает в себя остатки множества групп позвоночных. Его значение очень велико, ведь он является самым большим в России как в видовом разнообразии, так и по насыщенности остатками. Выделенный на местонахождении Березовский разрез фаунистический комплекс позвоночных включает: рыб (*Dipnoi* gen. indet., *Palaeonisciformes* gen. indet.), хвостатых амфибий (*Kaauridae* gen. indet., *Caudata* fam. indet.), черепах *Annemys* sp., ящериц *Paramacelodidae* gen. indet., крокодилов *Sunosuchus* sp., динозавров (*Proceratosauridae*, *Titanosauriformes* gen. indet., *Stegosauria* gen. indet., *Heterodontosauridae* gen. indet.), птерозавров *Pterodactyloidea* gen. indet., зверообразных рептилии *Tritylodontidae* gen. indet., млекопитающих (*Docodonta*, *Driolestidae*) [1-3, 5-11].

Разрезы всех изученных точек относятся к итаатской свите, а именно к её верхней подсвите, характерной особенностью которой являются многометровые пласты угля. В большинстве своём отложения во всех исследованных местонахождениях схожи, это: песчаники, алевролиты, аргиллиты в разной степени насыщенные прослоями угля, а также мелким и крупным детритом.

На основе описанных разрезов в новых местонахождениях для определения условий осадконакопления был проведен фациальный анализ отложений по методике В.П. Алексеева [4].

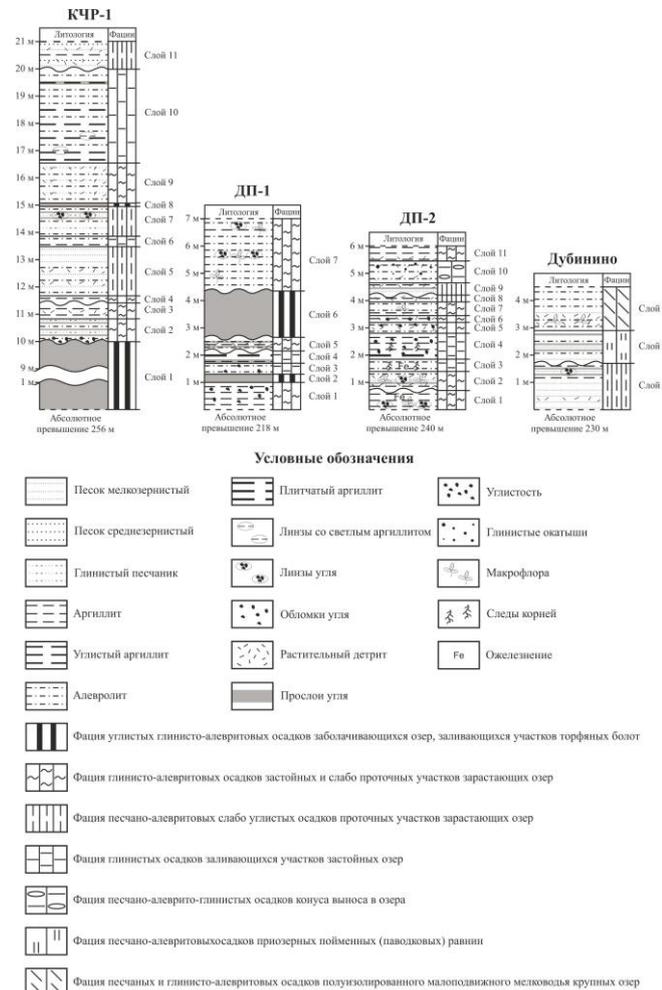
При камеральной работе для наглядности были построены стратиграфические колонки изученных местонахождений, на которых можно проследить фациальную и литологическую закономерность изменения отложений (рис. 1).

Фациальный анализ отложений показал, что условия во всех рассмотренных местонахождениях были схожи и различались незначительно. Основную долю составляют озерные фации разной степени заболоченности, в основном это глинисто-алевритовые осадки. Пласты угля, входят в фацию заболачивающихся озер и участков торфяных болот. В целом по отложениям наиболее выделяется местонахождение Дубинино, в котором присутствуют фации приозерных пойменных равнин, что говорит о периодической близости рек, а также фации малоподвижного мелководья крупных озер. Все изученные точки можно отнести к верхнеитатской подсвите, вследствие их схожего литологического и фациального состава.

По остаткам флоры пока что рано делать какие-либо однозначные выводы, так как определен только неполный флористический состав с точек Дубинино, ДП-2 и Березовский разрез. Наиболее полным в видовом разнообразии флоры является местонахождение ДП-2, в него входят: членистостебельные: *Equisetites* sp., папоротники: *Cladophlebis aktashensis* Tur.-Ket., *Cladophlebis* cf. *auriculus* Tesl., *Cladophlebis haiburnensis* (L. et H.) Sew., *Cladophlebis nebbensis* (Brongn.) Nath., *Cladophlebis williamsonii* Brongn., гинкговые: *Ginkgoites* ex gr. *ananievii* Bistr., лептострбовые: *Czkanowskia* ex gr. *rigida* Heer, *Leptostrobus* cf. *laxiflorus* Heer, хвойные: *Pityophyllum* ex gr. *nordenskioldii* (Heer) Nath., растения неясного систематического положения: *Carpolithes* cf. *cinctus* Heer, *Carpolithes heeri* Tur.-Ket., *Stenorachis* sp.

# СЕКЦИЯ 1. ПАЛЕОНТОЛОГИЯ, СТРАТИГРАФИЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ

Для местонахождения Дубинино выделены: членистостебельные: *Equisetites* cf. *asiaticus* Pryn., папоротники: *Lobifolia lobifolia* (Phill.) Rasskaz. et E. Leb. Березовский разрез включает: гинкговые: *Ginkgoites barnadianus* N. Nosova et Kiritch., лептострбовые: *Czekanowskia borealis* Kiritch. et Samyl., *Cz. eurasiatica* Kiritch. et Samyl., *Cz. hypostomatica* Kiritch. et Samyl., *Cz. rigida* Heer, *Phoenicopsis mogutchevae* Kiritch. et Trav., хвойные: *Pityophyllum* ex gr. *nordenskioldii* (Heer) Nath., *Elatocladus manchuricus* (Yok.) Uabe., *Brachyphyllum mamillare* L. at H.



**Рис. 1** Стратиграфические колонки отложений уатской свиты в местонахождениях КЧР-1, ДП-1, ДП-2 и Дубинино

Исходя из проделанных анализов можно провести первичную палеогеографическую реконструкцию. Территория Урюпо-Кийской и Назаровской впадин в течении средней юры представляла собой большую аккумулятивную равнину с чередованием аллювиальных, озерных и болотных условий. Водоёмы имели средние глубины, в которые часто попадали отложения конусов выноса. Большую долю занимали именно застойные озера, о чём свидетельствуют углистые прослои и наличие детрита. Анализ растительных остатков говорит о теплом гумидном климате. По наличию некоторых лептострбовых и хвойных растений можно судить также о наличии обширных лесных площадей.

### Литература

1. Аверьянов А.О., Краснолуцкий С.А., Иванцов С.В. Базальный целурозавр (Dinosauria: Theropoda) из Средней юры Сибири // Издательство: Зоологический институт РАН, 2010. Том. 314, №. 1, – С. 42–57.
2. Аверьянов А.О., Лопатин А.В., Краснолуцкий С.А., Иванцов С.В. Новые докодонты из средней юры Сибири и новый анализ филогенетических связей докодонтов // Издательство: Зоологический институт РАН, 2010. Том. 314, №. 2. – С. 121–148.
3. Аверьянов А.О., Краснолуцкий С.А. Остатки стегозавров из средней юры Западной Сибири. // Издательство: Зоологический институт РАН, 2009. Том. 313, №. 2. – С. 153–167.
4. Алексеев В.П. Атлас фаций юрских терригенных отложений (угленосные толщи Северной Евразии). Екатеринбург: Изд-во УГУ, 2007. – 209 с.
5. Данилов И.Г., Образцова Е.М., Краснолуцкий С.А., Лещинский С.В. О систематическом положении черепахи из средней юры Красноярского края // Современная палеонтология: классические и новейшие методы. Российская академия наук, Палеонтологический институт; под. ред. А.Ю. Розанова, А.В. Лопатина, П.Ю. Пархаева. М.: ПИН РАН, 2006. С. 24–25.

6. Averianov A.O., Lopatin A.V., Krasnolutskii S.A. The First Haramiyid (Mammalia, Allotheria) from the Jurassic of Russia // Doklady Biological Sciences, 2011. Vol. 437. P. 103–106.
7. Averianov A.O., Lopatin A.V., Skutschas P.P., Martynovich N.V., Leshchinskiy S.V., Rezvyi A.S., Krasnolutskii S.A. and Fayngerts A.V. Discovery of Middle Jurassic Mammals from Siberia // Acta Palaeontologica Polonica, 2005. Vol. 50. P. 789–797.
8. Averianov A.O., Lopatin A.V., Krasnolutskii S.A. An amphilestid-grade eutriconodontan from the middle Jurassic of Russia // Russian J. Theriol., 2008. Vol. 7, No. 1. P.1–4.
9. Lopatin A.V., Averianov A.O. A New Docodont (Docodonta, Mammalia) from the Middle Jurassic of Siberia // Doklady Biological Sciences, 2005. Vol. 405. P. 434–436. Translated from Doklady Akademii Nauk, 2005. Vol. 405, No. 2. P. 277–279.
10. Lopatin A.V., Averianov A.O. Mammals That Coexisted with Dinosaurs. Finds on Russian Territory // Herald of the Russian Academy of Sciences, 2009. Vol.79, No.3. P. 268–273.
11. Skutschas P.P., Krasnolutskii S.A. A new genus and species of basal salamanders from the Middle Jurassic of Western Siberia, Russia // Proceedings of the Zoological Institute RAS, 2011. Vol. 315, No. 2. P. 167–175

## ТЕКТОНИКА ЧУВАШИИ: ГОРСТ-ГРАБЕНОВАЯ СТРУКТУРА ФУНДАМЕНТА И ПРОГНОЗ РИФЕЙ-ВЕНДСКОГО КОМПЛЕКСА ПО ГЕОФИЗИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Т.М. Рахимов

Научный руководитель доцент И.В. Никонорова

Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия

Территория Чувашской Республики расположена в границах Средневожжской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:200 000 (центральная часть – N-38-V-VI, XI-XII, северная часть – неполные листы 0-38-XXXV-XXXVI, западная часть – фрагменты N-39-I, VII). По сложности разреза общая площадь серии отнесена к районам трехъярусного строения. Районирование проведено на структурно-фациальной, геолого-геоморфологической и палеогеографической основе. Геологический разрез представлен тремя различными по возрасту и составу литолого-стратиграфическими комплексами. Это нижний комплекс – архейские и нижнепротерозойские дислоцированные породы кристаллического фундамента; средний комплекс – верхнепротерозойские образования; верхний комплекс – отложения палеозоя, мезозоя и кайнозоя. При этом нижний и средний комплексы вскрыты сравнительно небольшим числом неравномерно распределенных по площади опорных и параметрических скважин; верхний комплекс изучен значительно лучше в разрезах скважин и естественных обнажениях. Однако, территория Чувашии характеризуется (изданные геологические карты, Легенда к ним) двухъярусным строением – нижний и верхний комплексы, а из разреза выпадает промежуточный комплекс. Это можно объяснить тем, что для анализа и построений, по этой части общей площади, были использованы только данные глубокого бурения. На территории же Чувашии рифейско-вендские отложения бурением не вскрыты. Все пробуренные, прижаты к границам в восточной и в юго-западной частях, глубокие скважины (13 скв. 22 240 пог. м, изученность низкая – 1,21 м/км<sup>2</sup>) под терригенным комплексом девона вскрыли образования кристаллического фундамента.

В этой работе, в условиях ограниченных данных бурения, показано, что представления о глубинном строении территории должны строиться с максимальным использованием геофизических материалов, включающих, в том числе результаты грави- магниторазведки, региональных сейсмических исследований [4].

Далее изложены результаты геолого-геофизического изучения (прогнозирования) тектоно-седиментационных структур литолого-фациальных комплексов геологического разреза по территории.

В региональном тектоническом отношении территория Чувашской Республики располагается на северо-восточном склоне Токмовского свода Волго-Уральской антеклизы Русской платформы (на севере относится к южной части Марийской седловины, отделяющей Токмовский свод от Котельничского).

По результатам интерпретации магнитного и гравитационного полей [2] в пределах «Чувашского фрагмента» Токмовского свода, по поверхности фундамента выделяются две палеовершины – Сундырская и Канашская; разделяет эти поднятия Вурнарский грабенообразный прогиб. По данным сейсморазведки МОГТ по территории (~5000 пог. км) Сундырское поднятие разделяется узким грабеном на две части и можно выделить третий горст (вершину) – Порецкий (Порецкий вал по линии скв. Порецкая 1-скв. Алатырская 2).

Данные о выполнении Вурнарского грабена – крупной депрессионной зоны, верхнепротерозойскими образованиями, предположительно венд-рифейского возраста, основываются на материалах сейсморазведки и их сейсмостратиграфической (есть и др. трансляторы) интерпретации. И это допущение, которое базируется на определённом фактическом материале, на наш взгляд, правомочно. Так на сейсмогеологических разрезах чётко фиксируются форма дна прогиба и разломы, ограничивающие его от выступов (Рис. 1).

Промежуточный комплекс (венд-рифей) формировался на авлакогенном этапе, связанном с образованием рифтовых структур, грабенов, заполненных осадочными слабо- и неметаморфизованными отложениями. В местах вскрытия на Русской платформе рифейские и вендские образования представлены, соответственно, грубо- и тонкообломочными терригенными образованиями. Породы венд-рифейского комплекса по территории Чувашии выполняют наиболее глубокие прогибы и грабены в эрозионно-тектоническом рельефе фундамента; мощность додевонских отложений может составлять порядка 500 м. В современном структурном плане Вурнарский прогиб выполаживается вверх по разрезу, но сохраняется вплоть до пермских горизонтов включительно (относится к типу унаследованных сквозных прогибов).

## СЕКЦИЯ 1. ПАЛЕОНТОЛОГИЯ, СТРАТИГРАФИЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ

Осадочный чехол сформирован в течение герцинского и киммерийского этапов складчатости. В целом, можно констатировать унаследованное развитие структурных элементов осадочного чехла от фундамента. Процессы осадконакопления терригенных отложений девона и карбонатных отложений каменноугольного возраста значительно снивелировали поверхность фундамента. Судя по поведению сейсмических горизонтов, блоковая структура фундамента отражается в виде флексуриобразного залегания горизонтов над разломами.

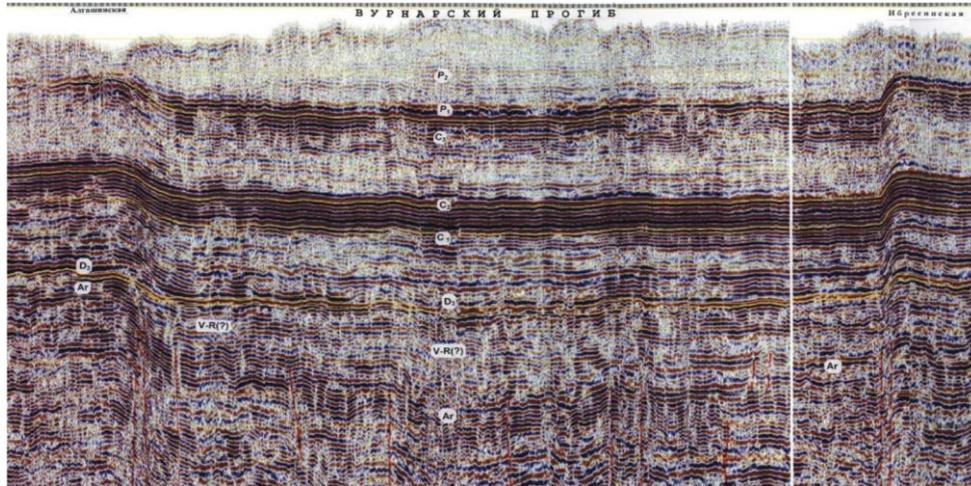


Рис. 1 Сейсмостратиграфический разрез

Составлены разновариантные схемы тектонического строения территории [1]. Здесь горст-грабеновая структура фундамента показана на схеме распределения содержаний газообразных компонентов (метан, радон) в приземной атмосфере, составленной по атоморадиогеохимическим данным [3]. Очевидно, что распространение различных зон флюидопроводимости прямо определяется развитием каркаса древней разломной тектоники. По-видимому, имеют место сопряжённые и унаследовано прослеживаемые по всему разрезу зоны трещиноватости, которые нашли отражение в поверхностных отложениях и приземной атмосфере. Кроме того, в интенсивности проявления современной дегазации находит отражение геодинамическое состояние. Так зона с повышенной УВ-флюидопроводимостью (красный цвет) коррелируется с развитием участков разгрузки новейших геодинамических напряжений и приурочена к приподнятой области Канашской вершины Токмовского свода.

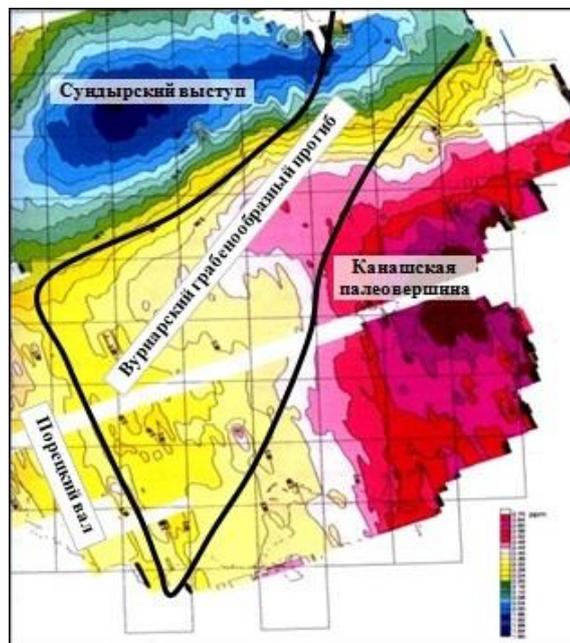


Рис. 2 Тектонический каркас и УВ-флюидопроводимость

**Выводы.** Территория Чувашской Республики характеризуется трехъярусным строением, что является отражением основных этапов геологического развития региона. Геологический разрез представлен породами кристаллического фундамента архейского возраста, промежуточного комплекса (венд-рифей?) и осадочного чехла. Чувашский фрагмент Токмовского свода по кристаллическому фундаменту это сложное сочетание блоков.

Скважины вскрыли фундамент только в пределах выделяемых горстов, поэтому схема строения фундамента с выделением грабенов, разделяющих горсты, требует подтверждения бурением.

Литература

1. Васильев И.В., Рахимов М.С. Новые данные по тектонике Чувашского фрагмента Токмовского свода Волго-Уральской НГП//Недра Поволжья и Прикаспия. – Саратов, 2004. – Вып. 37. – С. 37–44.
2. Давыдов Р.Б. Тектоника и нефтеносность Среднего Поволжья: Автореферат. Дис. ... канд. геол.-минер. наук. – Москва, 1974г. – 30 с.
3. Лаубенбах Е.А. Горелов А.Г., Рахимов М.С. и др. Региональные воздушные исследования при поисках УВ сырья на территории Чувашской Республики // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений – 2000. – № 10 – С. 2–9.
4. Рахимов Т.М. Комплексирование геофизических методов при поисках нефти в Чувашии // Взаимодействие учреждений Роснедра, Минобрнауки России и РАН при региональном геологическом изучении территории РФ и ее континентального шельфа: материалы V Международной конференции молодых учёных и специалистов памяти академика А.П. Карпинского – Санкт-Петербург, 2017. – [Эл. ресурс] – С. 570–572.

**КОМПЛЕКСЫ БЕНТОСНЫХ ФОРАМИНИФЕР СПЛАВНУХИНСКОЙ ПЛОЩАДИ  
(ВЕРХНИЙ МЕЛ)**

**И.П. Рябов**

Научный руководитель профессор Е.М. Первушов

**Саратовский национальный исследовательский государственный университет  
имени Н.Г. Чернышевского, Россия**

Местонахождение «Сплавнуха-2» находится близ села Сплавнуха, в пределах одноименного нефтяного месторождения. Оно представляет собой протяженный овраг, по бортам которого прослеживаются пески сеноманского, мергеля и глины турон-коньякского, глины и мергеля прокремневые сантонского возраста, полого наклоненные в северо-западном направлении. Мощность опробованного интервала пород – около 20 м.

Изучено 33 образца, отобранных на микрофаунистический анализ с шагом 0,5 м, от кровли нижнего слоя до слоя 7 включительно, за исключение слоя 2, сложенного фосфоритовой галькой. Для извлечения из породы микроостатков использовался метод ее сплавления с тиосульфатом натрия, методика с применением ледяной уксусной кислоты (для плотных мергелей), а также дополнительная очистка с использованием ультразвуковой ванны. Фораминиферовые зоны выделялись на основании зональной схемы по бентосным фораминиферам, разработанной для Европейской палеобиогеографической области (ЕПО) [1, 2]. Ранги таксонов базировались на модифицированной классификации, используемой в отечественной литературе [3].

В слоях 1-3, по единичным экземплярам, в установлен смешанный сеноман-туронский комплекс, представленный агглютинирующими *Arenobulimina presli* (Reuss) и секретирующими *Tappanina eouvigeriniformis* (Keller), *T. selmensis* (Cushman), *Cibicides pollyrraphes pollyrraphes* (Reuss), *Praebulimina reussi* (Morrow), *Valvulinera* sp. Также установлены планктонные представители семейств Globigerinidae и Heterohelicidae. Конкретную биоэкологическую характеристику для данного интервала представить невозможно.

В слое 4, составляющем 80% всего изученного разреза, установлены две зоны, относящиеся к среднему (верхняя часть) и верхнему туронскому подъярусам; одна нижнеконьякская зона.

В нижней части туронского интервала установлен комплекс, характерный для зоны *Gavelinella moniliformis*/G. ammonoides (LC 4), в которой выделены две подзоны, снизу-вверх:

Подзона *Gavelinella ammonoides*/Marssonella oxycona (LC4a) – комплекс состоит из агглютинирующих *Marssonella oxycona* (Reuss), *M. conulus* (Reuss), *Tritaxia tricarinata* (Reuss), *Gaudryina arenosa* Akim., *Eggerelina brevis* (d'Orb.), *Ataxophragmium obesum* (Reuss), *Arenobulimina presli* (Reuss), *Spiroplectamina praelonga* (Reuss), и секретирующих *Gavelinella ammonoides* (Reuss), *G. moniliformis moniliformis* (Reuss), *Gyroidinoides nitidus* (Reuss), *G. subconica* Vass., *Globorotalites* sp., *Osangularia dorsoconvexa* (Wol.), *Lenticulina* sp., *Planularia* sp., *Pseudovalvulinera kelleri* (Mjatl.) *dorsoconvexa* (Akim.), *Cibicides pollyrraphes pollyrraphes* (Reuss), *C. gorbenkoi* Akim., *Eponides carsteni* (Reuss), *Valvulinera lenticula* (Reuss), *Tappanina eouvigeriniformis* (Keller), *T. selmensis* (Cushman), *Eouvigerina regularis* (Keller), *Praebulimina reussi* (Morrow).

Подзона *Gavelinella moniliformis ukrainica* (LC4b) установлена по появлению *Gavelinella moniliformis ukrainica* (Vass.). Комплекс обновляется за счет агглютинирующих *Lituolla irregularis* (Roem.), *Gaudryina laevigata* Franke, *G. folium* Akim. и секреторных *Nodosaria oligotoma* Reuss, *Berthelina berthelini* (Keller), *Gavelinella tumida* Brotz., *Globorotalites multiseptus* Brotz.

В верхней части туронского интервала установлен комплекс, характеризующий подзону *Stensioeina praexculpta* (LC 5a) зоны *Stensioeina praexculpta*/Ataxophragmium compactum (LC5). Подзона установлена по появлению *Protostensioeina praexculpta* (Keller) и *Protostensioeina laevigata* (Akim.). В нижней части интервала комплекс обновляется за счет агглютинирующих *Haplostiche foedissima* Reuss, *Heterostomella carinata* (Franke), *Reussella carinata* Vass., в верхах интервала появляются *Osangularia whitei whitei* (Brotz.) (единично), *Protostensioeina granulata granulata* (d'Orb.), *Cibicidoides praeeriksdalensis* (Vass.).

Вверх по разрезу, по появлению *Pseudovalvulinera kelleri kelleri* (Mjatl.), установлена зона *Stensioeina emscherica*/Pseudovalvulinera kelleri kelleri (LC 6) и выделено две подзоны, снизу-вверх:

**СЕКЦИЯ 1. ПАЛЕОНТОЛОГИЯ, СТРАТИГРАФИЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ  
ГЕОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ**

Подзона *Stensioeina emscherica/S. granulata granulata* (LC 6a) установлена по постоянной встречаемости видов индексов в основании зоны, а также по появлению ряда форм, среди которых агглютинирующие *Ataxophragmium compactum* Brotz., *At. nautiloides* (Brotz.), *Spiroplectamina embaensis* (Mjatl.), и секретирующие *Globorotalites mischelianus* (d'Orb.), *Protostensioeina cf. bohemia* (Jirova), *P. polonica* (Witwicka), *Eponides concinnus* Brotz., *Pseudovalvulineria kelleri kelleri* (Mjatl.), *P. praeinfrasantonica* (Mjatl.) *Reussella kelleri* Vass.

Подзона *Loxostomum eleyi* (LC 6b) установлена по появлению вида-индекса *Loxostomum eleyi* (Cushm.), а также по обновлению комплекса за счет появления агглютинирующих *Spiroloculina* sp. и секретирующих *Gavelinella loraeiana* (d'Orb.), *G. umbilicatulata* (Mjatl.), *Protostensioeina ex. gr. emscherica* (Baryschn.), *Eouvigerina cretacea* (Cushm.).

В терминальной части разреза (слои 5-7), установлена подзона *Cibicoides eriksdalensis* (LC 8c) зоны *Stensioeina exculpta exculpta* (LC 8). Вид-индекс зоны обнаружен не был, что можно объяснить неблагоприятными экологическими условиями для его существования. Однако, установлены формы, характерные для основания нижнего сантона: агглютинирующие *Ataxophragmium crassum* (d'Orb.) и секретирующие *Neofabelina suturalis suturalis* (Cushm.), *N. suturalis praerugosa* Hilt., *N. rugosa sphenoidalis* (Wed.), *N. wedekindi* Koch. Данный комплекс резко отличается по своему составу от комплексов подстилающих образований, что объясняется не только разновозрастностью осадков, но и различиями в условиях их накопления.

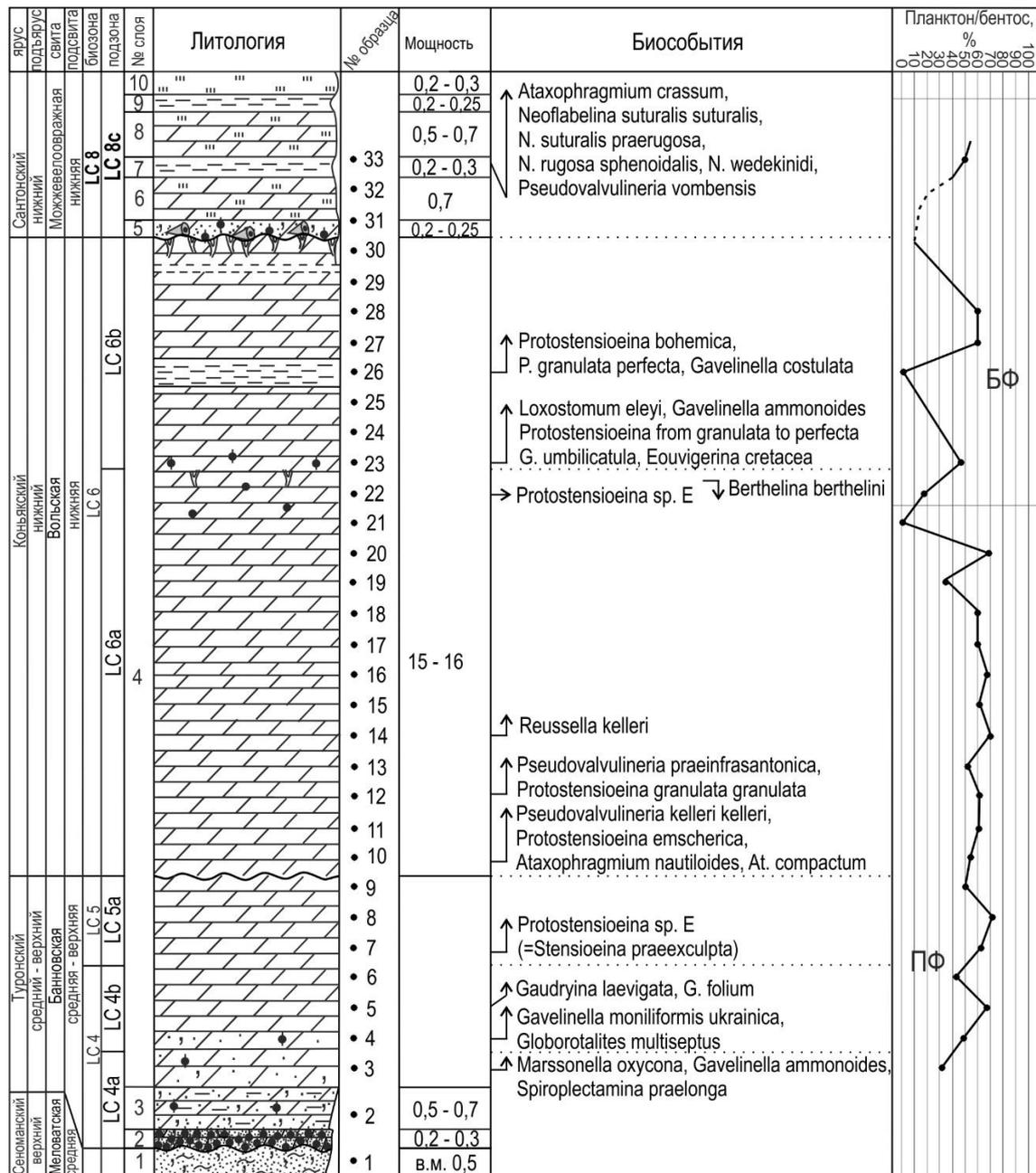


Рис. 1 Схема распределения бентосных фораминифер в разрезе верхнего мела Славнухинской площади

Таким образом, в разрезе верхнего мела Сплавнухинской площади установлены средне-, верхнетуронский, нижнеконьякский и нижнесантонский комплексы бентосных фораминифер (рис. 1). На графике соотношения планктонных и бентосных фораминифер (рис. 1) прослеживается тенденция доминирования планктонных форм в интервале позднего турона - раннего коньяка, что характерно и для разрезов Воронежской антеклизы и Ростовской области.

#### Литература

1. Беньямовский В.Н. Схема инфразонального расчленения верхнего мела Восточно-Европейской провинции по бентосным фораминиферам. Статья 1. Сеноман - коньяк. // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – Москва, 2008. Т. 16. №3. – С. 36–46.
2. Беньямовский В.Н. Схема инфразонального расчленения верхнего мела Восточно-Европейской провинции по бентосным фораминиферам. Статья 2. Сантон-маастрихт. // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – Москва, 2008. Т. 16. №5. – С. 62–74.
3. Практическое руководство по микрофауне. Т. 8 / под. ред. Э.М. Бугровой. – СПб: «ВСЕГЕИ», 2005. – 324 с.

### ТЕКТОНИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ИСЯНГУЛОВСКОЙ ПЛОЩАДИ

Н.С. Сагдеева

Научный руководитель доцент Н.Н. Ларионов

*Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия*

Цель данного исследования – изучение тектонического строения Исянгуловской площади. На данной площади с 2015 по 2017 года геолого-съёмочным отрядом ОАО «Башкиргеология» происходила подготовка Госгеолкарты-200 листа N-40-XXXIII (второе поколение) [4]. В качестве исходного материала были использованы аэрофотосъёмка масштаба 1:50 000, геофизические данные, топографические карты масштабов 1:50 000 и 1:25 000 на всю площадь работ, и фондовый материал по данной территории [2, 3].

Степень изученности площади небольшая: поисково-оценочные и разведочные стадии работ проведены на 30% площади.

Исянгуловская площадь находится на юго-западе Башкортостана, на стыке Уральской складчатости и Восточно-Европейской платформы. В административном отношении лист располагается в пределах Кугарчинского, Зианчуринского, Зилаирского, Куяргазинского районов Республики Башкортостан и Тюльганского, Саракташского районов Оренбургской области.

Площадь в большей части характеризуется расчлененным рельефом с врезанной гидрографической сетью. Водораздельные пространства между широтными речными долинами представляют собой холмистые предгорья с абсолютными высотами 400 – 600 м и относительными 200 – 250 м.

Основной водной артерией является р. Б. Ик, приток р. Сакмары, текущей в широтном направлении в северной части листа и резко поворачивающей к югу ниже с. Мраково. Наиболее значительны по размерам правые притоки реки Б. Ик: Наказ, Ташла, Бурунча, Иняк, Б. Сюран, М. Сюран и другие. Долины крупных рек широкие и находятся в стадии зрелости.

Рассматриваемый регион расположен в зоне сочленения трех крупных структур первого порядка: Волго-Уральской антеклизы (занимающей 60 % территории), Предуральского передового прогиба и Урало-Монгольского пояса (занимающих 40% площади). Все данные структуры осложнены структурами второго и более порядков.

Тектоническое строение территории листа N-40-XXXIII резко различно в западных и восточных его частях. На востоке, в полосе распространения мощных терригенных толщ, сложенных породами от верхнего девона до артинского яруса нижней перми, развиты обычные для флишевой зоны узкие, линейно вытянутые складки. На западе, где развита мощная толща солей и гипсов, господствует тип соляной тектоники с короткими куполовидными формами, осложненными ядрами протыкания, с резким несоответствием складчатых форм верхнего, надсолевого структурного яруса, и нижнего, сложенного сакмарско-артинскими отложениями нижней перми. Ниже кратко рассматривается тектоническое строение каждой части в отдельности.

На площади листа Зилаирский синклиниорий представлен западным крылом. Нормальное залегание слоев нарушено структурами III порядка (Мурадымовская антиклиналь) и интенсивной линейной мелкой складчатостью. Сложена антиклиналь отложениями девонского возраста. Кроме вышеописанной антиклинали, на предшествующих стадиях исследований на западном крыле синклинория выделялись относительно крупные, пологие структуры. Типичным примером являются Асташская и Мурадымовская антиклинали и Инякская синклиналь [1] сложены исключительно девонскими отложениями.

На территории Предуральского прогиба выделяется Ашинско-Алимбетовская складчатость. Она занимает восточную часть листа, где протягивается в меридиональном направлении от северной рамки (бассейн р. Бол. Ик) до р. Ямашла на юге, где выходит за территорию листа. С востока структура ограничена Зильмердакским надвигом, на западе - Западно-Уральским надвигом. В строении складчатости принимают участие осадочные комплексы от верхнего девона (ямашлинская свита) до нижней перми (иренская свита).

Волго-Уральская антеклиза занимает около 50% западной и центральной части территории, и сложена преимущественно молассой нижней – верхней перми, континентальной обломочной красноцветной формацией триаса и угленосной формацией «просадочных мульд» неогена. Обнаженность плохая, коренные выходы редки. В пределах антеклизы предлагается выделить три комплекса с индивидуальными свойствами. Первый -

преимущественно молассовый нижней – верхней перми, второй - континентальный красноцветный триасовый, и третий - угленосный мезозоя – неогена. Учитывая масштаб исследований на территории листа выделены: Мраковская мульда, Исянгуловская брахиантиклиналь, Накасская брахисинклиналь и блок пологих синклиналей и антиклиналей.

Немаловажной особенностью Исянгуловской площади, является развитие в районе Предуральского краевого прогиба и Волго-Уральской антеклизы соляных отложений подверженных тектоническому воздействию, то есть широкое развитие на территории соляной тектоники. Она наблюдаются на площади развитием пермских отложений кунгурского яруса (ангидриты, гипсы), наличие крупных карстовых форм и фиксируются геофизическими сейсмическими профилями. Итак, вышеуказанные аргументы позволяют подвести итог и сформулировать вывод:

Волго-Уральскую антеклизу характеризует: простая складчатость, осложненная немногочисленными разрывами и соляной тектоникой, изменчивость литологических особенностей пермских молассовых отложений и терригенного триаса, слабо выраженная связь между рельефом и геологическими границами, изменчивая глубина залегания и минерализация грунтовых вод за счет соляных отложений перми, умеренно развитые экзогенные процессы.

Структуры Предуральского прогиба и Зилаирского синклиниория характеризует: сложная складчатость, многочисленные разрывы, не выдержанные литологические особенности, не совпадающие элементы рельефа с геологическими границами структур, изменчивая глубина залегания и минерализация грунтовых вод, широко развитые экзогенные процессы.

#### Литература

1. Камалетдинов М.А. Основные особенности тектоники западного склона Южного Урала: Автореф. дис. д. г.-м. наук. М., 1972. – 45 с.
2. Келлер Б.М. Флишевая формация палеозоя в Зилаирском синклиниории на Южном Урале и сходные с ней образования // Тр. Ин-та геол. наук. Геол. сер. Вып. 104. № 34. М.: Изд-во АН СССР, 1949. – 164 с.
3. Твердохлебов В.П. Материалы к государственной геологической карте листа № – 40 – XXXIII (Отчет о результатах геологосъемочных работ Саратовской ГСП за 1963-65 гг.). Том 1. Саратов – 1965.
4. Проект на выполнение работ по объекту «Выполнение геолого-съемочных работ в пределах листа N-40-XXXIII (Исянгуловская площадь)» (Контракт № 15-2/16-3 от апреля 2017 г. в рамках государственного анализа на 2017 г ФГБУ «ВСЕГЕИ»). ОАО «Башкиргеология», г Уфа, 2017 год. – 55 с.

### **ПОЗДНЕМЕЛОВАЯ ФЛОРА МЕСТОНАХОЖДЕНИЙ БАСЕЙНА Р. КИЯ (КУБАЕВО И РАЙОН Д. ПОДАИК) (ЧУЛЫМО-ЕНИСЕЙСКИЙ РАЙОН)**

**А.С. Самандросова**

Научный руководитель доцент Я.А. Баженова

**Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия**

Поздне меловая флора интересна тем, что отражает этапы становления покрытосеменных растений. Поэтому данной флорой занимались многие ученые: О. Геер, А.Н. Криштофович, И.В. Лебедев и А.Р. Ананьев [1,4,5], Л.А. Рагозин, Л.Б. Головнева [2, 3] и др.

В 2012 г. Л.Б. Головнева в соавторстве с Н.В. Носовой написала монографию, собрав и обобщив в ней многолетние труды ученых и исследователей разного времени. Но в ее работу не вошли данные по коллекции, собранной учеными Томского государственного университета за несколько лет экспедиций. В 2017 г. была начата обработка собранной коллекции. На основании уже сейчас полученных результатов написана данная статья.

Актуальность исследования заключается в подтверждении и возможном дополнении данных по поздне меловой флоре Чулымо-Енисейского района на основании флористического материала, собранного из двух местонахождений в бассейне р. Кия, Западной Сибири, в Чебулинском и Мариинском районах Кемеровской области.

Изучение флоры осуществлялось сравнительно-морфологическим методом. Использовать эпидермально-кутикулярный метод не представлялось возможным, т.к. в ископаемом состоянии эти элементы растения не сохранились. Изучаемая коллекция поздне меловой флоры была отобрана с двух местонахождений бассейна р. Кия: Кубаево и район д. Подаик.

#### МЕСТОНАХОЖДЕНИЕ КУБАЕВО

Местонахождение Кубаево находится на левом берегу р. Кии почти в 1 км выше деревни Кубаево. Отбор образцов производился на обнажении, описанном Л.Б. Головневой под номером 16 в районе 19 местонахождения флоры [2]. В этом же месте была произведена зачистка естественных выходов пород кийской и симоновкой свит. Начиная от уреза воды снизу вверх по разрезу было выделено два слоя:

1. Мелкозернистый песчаник голубовато-серого цвета в мокром состоянии с прослойками детрита, в котором встречаются листья покрытосемянных, веточки хвойных и янтарь, присутствуют крупные стволы деревьев. Прослеживается переслаивание с крупнозернистым слабосцементированным песчаником. Текстура волнисто-слоистая. Кровля первого слоя ясно выраженная горизонтальная. Видимая мощность 1,2 м.

2. Алеврит темно-серого цвета в мокром состоянии. Присутствуют окатыши светло-желтого цвета от 1 до 3 см. текстура массивная пятнистая. Слой насыщен растительным детритом. Встречаются единичные шишки. Доминируют шишки и побеги *Sequoia* sp. Также были найдены отпечатки растений, хвоинки, растительный детрит. Мощность 4 метра. Перекрывается мощным слоем четвертичных отложений.

По литологическому составу Слой 1 из изученного обнажения аналогичен Слою 1, описанному Л.Б. Головневой из обнажения 16 [2,3], а значит может относиться к отложениям кийской свиты. Для уточнения этого вопроса было проведено сравнение флористических комплексов первого и второго слоя изучаемого обнажения.

Флористический комплекс первого слоя

Растительные остатки представлены объемными шишками и отпечатками, приуроченные к мелкозернистым песчаникам желтовато-серого цвета. В некоторых местах породы перенасыщены растительным детритом.

Ископаемые растения представлены в основном *Sequoia* sp. – объемными целыми и фрагментарными шишками, хвоинками, обугленными веточками, присутствуют включения янтаря. В единичных экземплярах найдены отпечатки *Laurophyllum* sp., *Liriodendropsis simplex*, *Sapindopsis kryshstofovichii* и семечко. В единичных экземплярах присутствуют шишка ели *Picea* sp.

По присутствию характерной шишки ели *Picea* sp. данный флористический комплекс можно отнести к кубаевскому комплексу симоновской свиты.

Флористический комплекс второго слоя

Флористический комплекс приурочены к слабосцементированным глинам и песчанистым глинам голубовато-серого цвета. Ископаемые растения представлены неполными, фрагментами углефицированных растений, семечком и объемно сохранившимися шишками разной сохранности. В местонахождении преобладает *Sequoia* sp. – это конечные побеги, объемные шишки, отдельные хвоинки и чешуйки, а также обугленная древесина, янтарь. В единичных экземплярах присутствуют *Laurophyllum* sp., *Ettingshausenia* sp. и возможно *Cinnamophyllum* cf., отнесение которого к данному роду требует еще дельнейшего изучения.

По ископаемой флоре второй слой можно так же отнести к симоновской свите.

При анализе и сравнении флористических комплексов первого и второго слоев явных различий в составе флоры не было найдено. Первый флористический комплекс схож со вторым комплексом, имеются единичные находки, характерных для кубаевского комплекса родов *Picea* sp., *Cinnamophyllum* cf. По составу флоры они относятся к кубаевскому комплексу симоновской свиты.

По спорам и пыльце возраст симоновской свиты определяется как позднеальб-сеноманский или сеноманский (Н.А. Болховитина, В.А. Хлонова). Учитывая данные палинологии, Л.Б. Головнева ограничивает возраст чулымской флоры сеноманом [2].

МЕСТОНАХОЖДЕНИЕ ФЛОРЫ РАЙОН Д. ПОДАИК

Местонахождение района д. Подаик находится на правом берегу р. Кия, примерно в 1 км выше по течению от моста в д. Дмитриевка. Отбор образцов производился на обнажении, описанном Л.Б. Головневой под номером 13 примерно в районе 9 и 7 местонахождения флоры [3]. В этом же месте была произведена зачистка естественных выходов пород. Начиная от уреза воды снизу-вверх по разрезу было выделено пять слоев:

1. Переслаивание слаболитифицированного песчанистого аргиллита светло-серого цвета с глинистым песчаником светло-серого цвета (более светлого, чем аргиллит). По всему слою равномерно распределены тонкие линзочки тонкорассеяного детрита. Текстура слоистая, субгоризонтальная. 96 см выше нижней поверхности зачистки наблюдается прослой серого аргиллита со следами ползания заполнены мелкозернистым песчаником. Наблюдаются следы постседиментационных изменений и следы биотурбации. Текстура становится пятнистой. Кровля слоя выделяется по завершению переслаивания, выше, вероятно, залегают отложения второго слоя. Кровля слоя в виде постепенного перехода, субгоризонтальная, неровная. Видимая мощность слоя 2 м.

2. Светло-голубовато-серый мелкозернистый глинистый песчаник, горизонтально-слоистый с глинистыми окатышами, до 5×1, 5×2 см более темного серого цвета и ровным рассеянным углефицированным детритом. В средней части слоя породы сцементированны за счет лимонитового цемента. К кровле слоя текстура изменяется на более массивную, окатыши исчезают. Кровля слоя субгоризонтальная, неровная, выше согласно залегают породы третьего слоя. Мощность слоя 1,6 м.

3. Слаболитифицированный, слабоалевритистый аргиллит коричневатого-серого цвета, вверх по разрезу светлеет. Текстура массивная. Кровля слоя ровная, четкая, горизонтальная. Мощность слоя 93 см. выше с размывом залегают четвертый слой.

4. Слойчатый мелкозернистый глинистый песок светло-желтовато-серого цвета. В нижней части наблюдаются линзы 7×1 см обогащенные серым детритом. Округлые окатыши указывают на размыв. Первичная текстура горизонтально слоистая. Мощность слоя 1,32 м. Выше согласно залегают отложения пятого слоя.

5. Современная почва – суглинок с горизонтальным залеганием. Цвет светло-серый. Мощность до 30 см.

По литологическому составу слоев и на основании данных Л. Б. Головневой, первые три слоя можно отнести к кийской свите, четвертый слой к симоновской свите, пятый – четвертичные отложения.

Флористический комплекс первых трех слоев зачистки

Растительные остатки представленные в основном отпечатками листьев и побегов разной степени сохранности, приурочены к плотным сидеритизированным мелко- и среднезернистым песчаникам. Лигнитизированные целые или фрагментарные объемные шишки, семечко и фрагменты древесины приурочены к сидеритизированному глинистому песчаннику.

В местонахождение преобладают остатки листьев платановых, которые Л.Б. Головнева, в своих работах, отнесла к новому роду и виду *Sertia kiensis* [2]. Также много в отложениях конечных побегов хвойных, шишек и отдельных хвоинок, и чешуек *Sequoia* sp. В образцах много остатков обугленной древесины, которая, возможно также относится к хвойным, в некоторых стволах древесины обнаружена смола.

Остальные виды представлены одним или несколькими экземплярами: *Pityophyllum* sp., *Liriodendropsis simplex* (Newb.) Newb., *Laurophyllum* sp.

Найденная флора относится к сертинскому флористическому комплексу чулымской флоры, для которого характерно наличие в составе *Sertia kiensis*. На данном местонахождении этот вид доминирует по количеству находок относительно других родов.

Данный флористический комплекс характерен для отложений кийской свиты, возраст которой, по данным Л.Б. Головневой определен как поздний альб. Такой же возраст был определен по палинологическим данным Л.Б. Хлоновой (1976) [2].

В ходе обработки коллекции было сделано несколько выводов: 1) на местонахождении Кубаево были вскрыты отложения симоновской свиты, характеризующиеся флорой, характерной для кубаевского флористического комплекса; 2) в районе д. Подаик были вскрыты отложения кийской свиты с характерной для нее сертинским флористическим комплексом; 3) ископаемая флора с двух местонахождений отличается друг от друга по наличию на Кубаево *Peccea* sp. и *Cinnamophyllum* cf., а в районе д. Подаик рода *Sertia kiensis*.

В данной статье приведены предварительные результаты исследования коллекции позднемиоценовой флоры, дальнейшее исследование поможет уточнить полученные результаты.

#### Литература

1. Ананьев А.Р. Кийский комплекс Атлас руководящих форм ископаемых фауны и флоры Западной Сибири. – М.: Госгеолтехиздат, 1955. – С. 186–191.
2. Головнева Л.Б., Носова Н.В. Альб-сеноманская флора Западной Сибири – СПб.: Марафон, 2012. – 436 с.
3. Головнева Л.Б., Щепетов С.В. Фитостратиграфия альб-сеноманских отложений бассейна р. Кия (Чулымо-Енисейский район Западно-Сибирской низменности) // Стратигр. Геол. Корреляция, 2010, т. 18, №2. –С. 51–63.
4. Криштофович А. Н. Палеоботаника // Л.: Гостехиздат, 1957. – 650 с.
5. Лебедев И. В. Верхнемеловые платановые из Чулымо-Енисейской впадины // Тр. Томск. гос. ун-та. 1954. Т. 132. Сер. геол. – С. 67–82.

### ЛИТОФАЦИАЛЬНЫЕ И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НЕФТЕНОСНОГО ПЛАСТА Ю4 УСТЬ-ТЕГУССКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ДЕМЬЯНСКИЙ НЕФТЕГАЗОНОСНЫЙ РАЙОН)

Я.С. Тощева

Научный руководитель доцент М.И.Шамина

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Объектом исследования являлись юрские отложения (пласт Ю<sub>4</sub>), вскрытые бурением, на Усть-Тегусском месторождении (скважины № 1, № 2, № 3). Изучаемое месторождение в административном отношении расположено в Уватском районе Тюменской области, в Демьянском нефтегазоносном районе.

Комплексными литогеохимическими и петрографическими методами были изучены породы пласта Ю<sub>4</sub>.

Среди отложений данного месторождения выделены следующие литотипы:

Алевриты, с примесью мелко-крупнозернистого песчаного материала, с поровым глинистым и карбонатным цементом, с горизонтальной, полого-волнистой слоистостью.

Песчаники крупно-мелко-среднезернистые слабо алевритистые полимиктовые с поровым карбонатным, плёночно-поровым глинистым и регенерационным кварцевым цементом. В породах присутствуют единичные УОВ.

Для получения объективных выводов о фациальных условиях формирования отложений и корректных палеореконструкций, использован ряд литохимических модулей (табл.). Применялись: гидролизатный (ГМ), титановый (ТМ), фемический (ФМ), алюмокремниевый (АМ), общая нормативная щелочность (ОНЩ), щелочной (ЩМ), натриевый (НМ), железный (ЖМ) модули, геохимические коэффициенты.

По этим показателям терригенные породы близки друг другу и характеризуются:

1) невысокими значениями гидролизатного модуля, свидетельствующими об их образовании за счет механического разрушения материнских пород при подчиненной роли химического выветривания;

2) уровнем фемичности, соответствующем грауваккам;

3) согласно значениям модуля ОНЩ и ЖМ исследуемые породы, можно отнести к нормально-щелочным и нормально-железистым (скважины №1, №3), и низкожелезистым (скважина №2);

4) исходя из полученных значений ТМ, большинство исследованных пород сформировались в прибрежно-морской обстановке (аридный климат);

5) песчаники и алевриты пласта Ю<sub>4</sub> разделились на две группы (НМ, ЩМ): образцы из скважины №1 относятся к грауваккам, а вторая группа (скважины №2, №3) относятся к нормальным терригенным породам;

6) согласно отношению Fe/Mn по породам пласта Ю<sub>4</sub>, можно сделать вывод, что они сформировались в мелководных условиях;

7) по отношению (Fe+Mn)/Ti терригенных пород, можно сказать, что продукты подводных вулканических извержений имели незначительную долю;

8) соотношение Sr/Ba в терригенных породах говорит о пресноводном характере осадконакопления;

Палеотектоническая интерпретация химического состава отложений приведена на диаграммах М. Бхатия (рис.1), используемых для разделения из бассейнов различных тектонических обстановок.

В скважине №1 юрские отложения (пласт Ю<sub>4</sub>) формировались в озерной обстановке [2], большинство фигуративных точек попадает в поле В, что соответствует породам зрелых (приконтинентальных) островных дуг. Для данного типа основным источником питания являются кислые и средние вулканические породы.

Минимальные, максимальные и средние значения геохимических коэффициентов и литохимических модулей для пласта Ю<sub>4</sub>

Порода	скважина № 1	скважина № 2	скважина № 3
Порода	Алевролит	Песчаник	Переслаивание песчаников и алевролитов
Fe/Mn	$\frac{40,49 - 157,15}{64,67}$	$\frac{19,72 - 111,99}{77,04}$	$\frac{47,57 - 121,93}{72,69}$
(Fe+Mn)/Ti	$\frac{1,17 - 7,45}{6,06}$	$\frac{4,41 - 8,84}{5,47}$	$\frac{3,34 - 17,98}{6,94}$
Sr/Ba	$\frac{0 - 0,5}{0,2}$	$\frac{0,2 - 1}{0,40}$	$\frac{0,08 - 0,67}{0,18}$
ГМ	$\frac{0,13 - 0,88}{0,27}$	$\frac{0,09 - 0,15}{0,12}$	$\frac{0,16 - 0,44}{0,24}$
АМ	$\frac{0,11 - 0,62}{0,21}$	$\frac{0,08 - 0,12}{0,10}$	$\frac{0,13 - 0,26}{0,18}$
FM	$\frac{0,01 - 0,24}{0,07}$	$\frac{0,01 - 0,03}{0,02}$	$\frac{0,03 - 0,23}{0,07}$
ТМ	$\frac{0,05 - 0,08}{0,05}$	$\frac{0,03 - 0,05}{0,03}$	$\frac{0,03 - 0,06}{0,04}$
НМ	$\frac{0,05 - 0,2}{0,2}$	$\frac{0,17 - 0,2}{0,19}$	$\frac{0,11 - 0,2}{0,18}$
ЩМ	$\frac{0,3 - 1,49}{1,49}$	$\frac{0,82 - 1,01}{0,89}$	$\frac{0,63 - 1,16}{0,89}$
ОНЩ	$\frac{0,03 - 0,34}{0,34}$	$\frac{0,38 - 0,43}{0,4}$	$\frac{0,28 - 0,43}{0,37}$
ЖМ	$\frac{0,07 - 0,35}{0,24}$	$\frac{0,09 - 0,32}{0,16}$	$\frac{0,11 - 0,76}{0,25}$

Примечание: числитель-минимальное и максимальное значение; знаменатель-среднее значение.

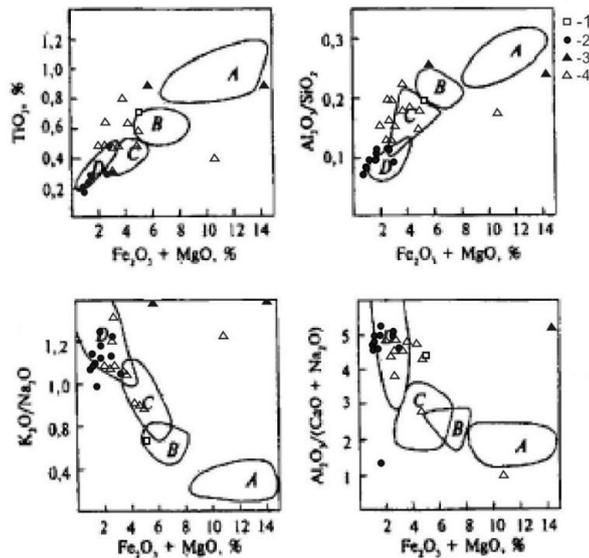


Рис. 1 Диаграммы М.Бхатия для реконструкции тектонических обстановок формирования песчаников по основным (петрогенным) окислам. Поля А- песчаники юных (океанических) островных дуг; В - песчаники зрелых (приконтинентальных) островных дуг; С - песчаники из обстановок активных континентальных окраин; D - песчаники пассивных окраин. Обозначения: 1- алевролиты (скв. №1), 2- песчаники (скв. №2), 3- алевролиты (скв. №3), 4- песчаники (скв. №3)

В скважине №2 относятся породы аллювиального русла и отложений шлейфов конусов выноса [2], большинство пород попадает к пассивным окраинам (поле D). Для данного типа пород является преобладание в них кварца и в целом незначительное содержание полевых шпатов и обломков пород.

В скважине №3 отложения сформировались в озерно- и пойменно-аллювиальной обстановке, и так же отложений речного канала [2], породы попадают либо приближаются к полям бассейнов, активных континентальных окраин, сопряженных с островными дугами, развитыми на зрелой континентальной коре, а также бассейнов пассивных окраин.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что отложения пласта Ю<sub>4</sub> в основном формировались как в мелководных прибрежно-морских, так и в пресноводных континентальных обстановках.

Результаты исследований позволили уточнить латеральную фациальную изменчивость в пределах пласта Ю<sub>4</sub> с востока на северо-запад. Озерные отложения сменяются русловыми аллювиальными литофациями, более перспективными в отношении нефтеносности, что подтверждено результатами испытаний.

#### Литература

1. Маслов А.В. Осадочные породы: методы изучения и интерпретации полученных данных. Учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005. – 289 с.
2. Тощева Я.С. Палеогеографические и литолого-фациальные особенности формирования юрских отложений (пласт Ю<sub>4</sub>) Усть-Тегусского месторождения (Демьянский нефтегазоносный район) // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXI Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященного 130-летию со дня рождения профессора М.И. Кучина. – Томск: ТПУ, 2017. – Т.1. – С. 79–80.
3. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Геохимические индикаторы литогенеза (литологическая геохимия). – Сыктывкар: Геопринт, 2011. – 742 с.

### **ВЫЯВЛЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНОСТИ БУРЕНИЯ СКВАЖИН В ОБЛАСТЯХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ В ПАЛЕОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ**

**А.С. Трушко, Ю.С. Березовский**

Научный руководители доценты Г.М. Татьянин<sup>1</sup>, доцент О.С. Чернова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Национальный исследовательский Томский государственный университет,*

<sup>2</sup>*Национальный исследовательский Томский политехнический университет*

В настоящее время в связи с выработкой месторождений углеводородов (УВ) в юрских и меловых отложениях Западной Сибири, всё больше внимания обращается к палеозойским структурам, слабо изученным из-за сложного геологического, тектонического строения, недостаточности данных по геологии и геофизике. Тем не менее, имеющийся объем неравноценных данных по палеозою, при его комплексной интерпретации может дать результаты по оценке продуктивности палеозойских структур, благоприятных на УВ сырье. Сложности геологического и тектонического характера мы можем наблюдать на примере одного из месторождений Томской области.

Месторождение «Х» расположено в пределах Нюрольского нефтегазоносного района Томской области, в Парабельском районе. В тектоническом отношении район работ приурочен к зоне сочленения двух крупных структур первого порядка: Нюрольской впадины и Пудинского мегавала. За основу принята блоково-тектоническая модель, разработанная В.С. Сурковым, О.Г. Жеро и др [3].

В 2015 году скважина № 3 по результатам опробования пласта М получила «сухо». Изучение керна указывает на попадание скважины № 3 в тектонически деформированную зону пласта. Это подтвердилось анализом материалов ЗД МОГТ, по которым наблюдаются аномалии, тяготеющие к тектоническим нарушениям (рис. 1) [4]. На рисунке разломы выделены буферными зонами по 20 м, в зонах развития аномалий эти зоны расширяются. Данные аномалии могут трактоваться как тектонически деформированные зоны, ёмкостная составляющая которых была заполнена продуктами вторичных изменений вмещающей породы на этапе формирования ловушек УВ. На данном этапе эти зоны являются неблагоприятными для бурения, однако однозначно считать их зонами развития неколлектора пока нельзя.

Для последующего бурения резетки бокового ствола со скважины № 3, либо дополнительного уплотняющего бурения на X месторождении предлагается рассмотреть три возможных варианта бурения X, Y, Z (рис. 2).

Выбор местоположения скважин основан на получении максимальной геолого-геофизической информации по блоковому строению доюрского комплекса отложений.

Местоположение предлагаемых к рассмотрению точек скважин X, Y, Z выбрано таким образом, чтобы произвести вскрытие кровли пласта М до а.о. – 2700 м., то есть в максимально приподнятых частях залежи. В данном диапазоне пробурены скважины: № 4 и № 3. Скважина № 4 подтвердила нефтенасыщенность разреза коры выветривания.

При бурении резетки бокового ствола предложено рассмотреть следующие варианты расположения:

Скважина X. При бурении в данную точку перспективными объектами являются как пласт М, так и М<sub>1</sub>. Причём значительная перспектива связана именно с отложениями пласта М<sub>1</sub>, как уже упоминалось выше продуктивность данных отложений доказана испытаниями скважины № 4, которая является гипсометрически самой высокой из пробурённых. Гипсометрически скважина X располагается на 50 метров выше, чем скважина № 4. В связи с чем, перспективы наличия УВ в пласте М<sub>1</sub> увеличиваются [1, 2].

Скважина Y расположена на максимальном удалении от окружающих тектонических нарушений, чтобы вскрыть тектонически не затронутую зону. Продуктивными для опробования являются отложения пласта М и

М1. Местоположение скважины весьма консервативно, т.к. в данном блоке присутствует скважина №4, и при бурении данной скважины существуют минимальные риски получить отрицательный результат.

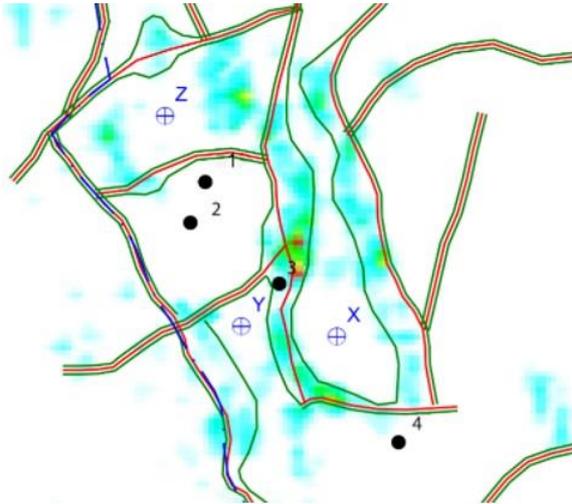


Рис. 1 Карта распространения тектонически деформированных зон

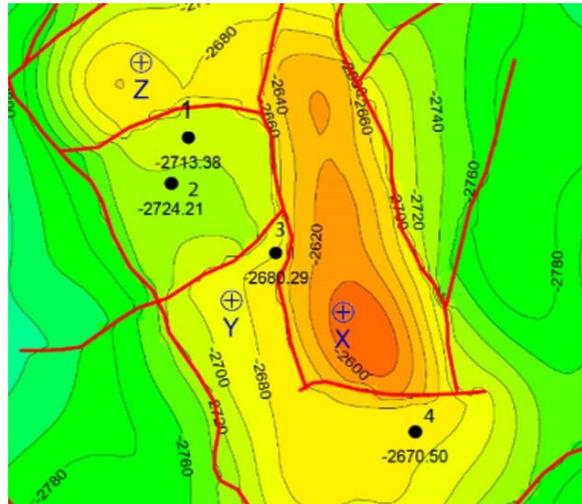


Рис. 2 Карта отражающего горизонта Ф2 с предлагаемыми к бурению скважинами

Для бурения уплотняющей скважины рекомендуется следующее местоположение:

Скважина Z. По гипсометрии планируется, что скважина Z будет близка к скважине № 4, соответственно высока вероятность продуктивности, как пласт М, так и пласт М1. Так же при бурении данной скважины будет уточнена продуктивность отдельно стоящего тектонического блока [5].

Отдельно необходимо отметить, что точность структурных построений по отражающему горизонту Ф<sub>2</sub> составляет порядка 20 м и данный факт необходимо учитывать при бурении.

Таким образом, с учётом тектонических особенностей данной территории были предложены три потенциальных местоположения новой скважины или зарезки бокового ствола.

#### Литература

1. Елкин Е.А. и др. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Палеозой Западной Сибири. Академическое издание «Гео», Новосибирск, 2001 г. – 165 с.
2. Ступакова А.В., Соколов А.В., Соболева Е.В., Кирюхина Т.А., Курасов И.А., Бордюг Е.В. Геологическое изучение и нефтегазоносность палеозойских отложений. Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2015.
3. Сурков В.С., Жеро О. Г., Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. – М., Недра, 1981, – 143 с.
4. Тектоника современных и древних океанов и их окраин. Материалы XLIX Тектонического совещания, посвященного 100-летию академика Ю.М. Пушаровского. М.: ГЕОС, 2017. – 319 с.
5. Фундамент, структуры обрамления Западно-Сибирского мезозойско-кайнозойского осадочного бассейна, их геодинамическая эволюция и проблемы нефтегазоносности: Материалы II Всероссийской науч. конференции с участием иностранных учёных, Тюмень, 2010 г. – Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2010. – 210 с.

### НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТАШТЫПСКОГО ГОРИЗОНТА НИЖНЕГО ДЕВОНА (ЭМС) (ЮЖНО-МИНУСИНСКАЯ ВПАДИНА)

А.Н. Филимонов

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Таштыпский горизонт (верхи нижнего – низы верхнего эмса) широко распространен в нижнедевонских отложениях Алтае-Саянской области (Минуса, Тува, Горный Алтай, Горная Шория). Отличительной его чертой в пределах востока области является развитие карбонатных пород с морской бентосной фауной («таштыпские известняки») среди мощных красноцветных континентальных толщ. При этом проведение межрегиональной корреляции не сопряженных с известняками терригенных толщ, не всегда осуществимо. В последние годы при проведении геолого-съёмочных работ на территории впадины (ГДП-200) в распоряжение автора поступили некоторые данные, позволяющие сопоставить с уровнем таштыпской свиты отдельные местные подразделения нижнего девона, установленные в пределах Уйбатской, Быстрянской и Коксинской подзон Южно-Минусинской впадины (Минусинская структурно-формационная зона).

Таштыпская свита была установлена В.С. Мелещенко и Н.А. Беляковым в 1952 г. [11] на юго-западе Южно-Минусинской впадины. Стратотипической местностью свиты является район сел Таштып, Сыры,

Перевозное и Усть-Таштып, расположенные в нижнем течении р. Таштып. В этом районе свита характеризуется ритмичным чередованием серых и темно-серых известняков, массивных, брекчиевидных и сланцеватых с подчиненным значением мергелей, алевролитов и песчаников. Свита согласно залегает на красноцветной толчковской свите, представленной чередованием бурых среднезернистых песчаников, алевролитов, аргиллитов и мергелей. В районе с. Перевозное в составе свиты присутствуют вулканиты преимущественно основного состава [9]. В отношении генезиса этих вулканитов до сих пор не утихают споры как в пользу эффузивной, так и в сторону их гипабиссальной природы (силлы).

В 2017 г. автором описан разрез таштыпской свиты по левому берегу р. Таштып, в 2 км ниже с. Таштып (г. Курбзек). На породах толчковской свиты согласно залегают (снизу-вверх):

Задерновано. Делювий темно-серых пелитоморфных, массивных, обломочных и комковатых известняков, мелко- и среднезернистых, тонкоплитчатых мергелей.....43 м

Массивные обломочные и брекчиевидные темно-серые известняки.....37 м

Чередование темно-серых массивных тонкозернистых известняков и серых мергелей, сильно рассланцованных. В отдельных случаях отмечаются линзы известняковых брекчий. В верхней части пачки темно-серые известковистые аргиллиты со следами трещин усыхания.....27 м

Желтовато-серые грубообломочные брекчиевидные известняки, комковатые.....18 м

Массивные рифовые темно-серые известняки, волнистослойчатые, местами с полосчатой текстурой и волноприбойными нарушениями. В кровле слоя обнаружено множество остатков табулят *Thamnopora beliakovi* Dubat., *Thamnopora alta* (Tchern.), *Alveolitella karmakensiformis* Dubat., ругоз *Minussiella beliakovi* Bulv. и *M. asiatica* Bulv., брахиопод *Acrospirifer subgregarius* Ržon., *Atrypa reticularis* L. (определения автора).....15 м

Крупная пачка из чередующихся слоев массивных темно-серых рифовых известняков и серых известковистых аргиллитов (мергелей). В слое отобрано множество остатков табулят *Alveolitella karmakensiformis*, ругоз *Minussiella beliakovi*, брахиопод с *Atrypa reticularis* (определения автора).....43 м

Общая мощность свиты по разрезу более 180 м. Свита согласно перекрыта красноцветными терригенными образованиями толпаковской свиты, представленной в подошве тонкозернистыми песчаниками и алевролитами.

Наиболее полный состав фауны в породах свиты по г. Курбзек приведен в работе В.Н. Дубатолова и В.И. Краснова, установившими здесь наличие табулят *Favosites alpina* Hörn., *F. subblatus* Dubat., *Pachyfavosites polymorfs* (Goldf.), var. *minor* Dubat., *P. nitellaeformis* Dubat., *Thamnopora beliakovi* Dubat., *T. alta* (Tchern.), *T. reticulata* (Blainv.), *Alveolitella karmakensiformis* Dubat., *A. aff. dogdensis* Dubat., *Adetopora corniformis* (Dubat.), ругоз *Minussiella* sp., криноидей *Anthinocrinus* sp., *Mediocrinus deversiformis* J.Dubat., *Stenocrinus degregatus* J.Dubat., *Calleocrinus aff. hirtus* J.Dubat. [2, 3]. В районе с. Перевозинское В.И. Красновым обнаружены остатки рыб *Tityosteus orientalis* Mark-Kurik (определение Э.Ю. Курик) [5]. На основании этих данных таштыпские известняки были сопоставлены с шандинским и частью мамонтовского горизонтам Салаира. Позднее С.А. Родыгиным [12] в разрезе свиты по г. Курбзек обнаружены конодонты *Pandorinellina expansa* Uyeno et Mason, позволившие установить возраст отложений в пределах эмса (прим.: ранее возраст таштыпской свиты рассматривался в пределах эйфеля) [8, 11].

В бассейне р. Уйбат (Уйбатская подзона) уровню таштыпского горизонта соответствует верхняя часть уйбатской свиты, сложенная, согласно материалам ГДП-200 листа N-46-XIX – Уйбатская площадь, чередованием светло-красноватых песчаников, гравелитов, алевролитов, аргиллитов и охарактеризованная комплексом проптеридофитовой флоры *Margophyton goldschmidtii* (Halle) Zakh., *Sawdonia ornata* (Dawson) Hueb., *Zosterophyllum* sp., *Jenisseiphyton rudnevae* (Per.) Ananiev, *J. leclereqae* An. et Zakh., *Protobarinophyton obrutschevii* Anan., *Drepanophycus spinaeformis* Goerr., *Chakassiphyton krasnovii* Anan., *Barrandeinopsis beliakovii* Krisht. и др. (определения автора).

В пределах Быстрянкой подзоны (Быстрянская антиклиналь, пр. бер. р. Енисей) аналогом верхней части уйбатской свиты, на наш взгляд, является толща терригенных пород, установленная в керне скв. 1-Р в интервале 2172,0-2203,4 м, названная В.И. Красновым [6] «енисейской» свитой. Отложения, сложенные преимущественно вишневыми песчаниками, гравелитами с отдельными прослоями алевролитов и аргиллитов, с размывом залегают на вулканогенных породах, аналогичных тастрезенской свите. В ее составе В.И. Красновым были обнаружены остатки *Margophyton goldschmidtii* (определение А.Р. Ананьева).

Севернее, в бассейне р. Кокса и по левобережью Красноярского вдхр. в состав таштыпского горизонта следует отнести перевозную толщу, сложенную согласно Легенде-200 (Минусинская серия) [7] чередующимися слоями вишневых конгломератов, гравелитов, средне- и мелкозернистых песчаников, с размывом залегающую на вулканогенных и осадочно-вулканогенных образованиях тастрезенской и коксинской свит. Свита согласно перекрыта красноцветной более тонкозернистой толпаковской свитой.

Синхронность образования вышеуказанных подразделений может быть обусловлена следующим. Во-первых, в поствулканогенном этапе (начало-середина эмского века) отмечается начало активизации зоны прогибания. Свидетельством этому служит формирование в озерно-аллювиальных условиях терригенных преимущественно табачно-зеленых толщ, сложенных песчаниками, гравелитами, алевролитами с отдельными прослоями известняков (имекская, коксинская и нижняя часть уйбатской свиты). Во-вторых, максимальное прогибание испытал район Таштыпской подзоны, где впоследствии образовался достаточно глубокий водоем, в котором происходило смешанное аллювиально-озерное накопление (толчковская свита). В дальнейшем эта же область испытала влияние морской ингрессии с образованием ограниченной узкой лагуны, достигшей пределов Хараждульской подзоны (известняки с размывом залегают на вулканитах хараждульской свиты [10]). Одновременно с этим, вероятно, произошло повсеместное расширение области бассейна с отступлением зон терригенной аккумуляции от глубинных участков впадины к окраинным с последующим формированием в

аллювиальных условиях красноцветных толщ (верхняя часть уйбатской свиты, перевозная толща). Дальнейшее развитие впадины связано с расширением области прогиба и трансгрессионным типом аккумуляции, выраженным в базальной части разреза сравнительно тонкозернистой красноцветной толтаковской свитой (D<sub>1</sub>-2?), согласно постепенно сменяемой терригенно-карбонатным комплексом пород среднего девона (Рис. 1).

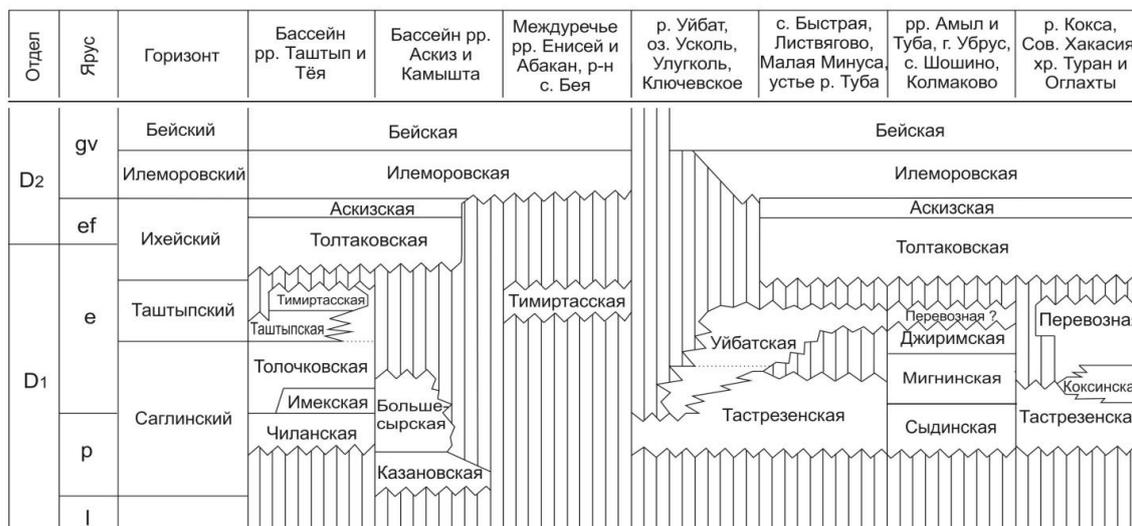


Рис. 1 Корреляция нижнедевонских образований в пределах Южно-Минусинской впадины (составлено автором)

Сочетание в породах таштыпского горизонта морской фауны и протеридофитовой флоры позволяет уверенно коррелировать его с отложениями беловского и шандинского горизонтов Салаира [2], барагашской серии Горного Алтая [4] и тельбесской серии Горной Шории [1].

Работа выполнена по материалам, полученным при проведении геолого-съёмочных работ по Контракту №15-5/17-4 от 10 мая 2017 г. «Выполнение геолого-съёмочных работ в пределах листа N-45-XXX (Таштыпская площадь)» в составе объекта работ ФГБУ «ВСЕГЕИ» «Проведение в 2017-2019 гг. региональных геолого-съёмочных работ масштаба 1:200 000 на группу листов в пределах Сибирского федерального округа» в рамках государственного задания Федерального агентства по недропользованию от 30.12.2016 № 049-00012-17-00.

#### Литература

1. Гутак Я.М. и др. Первая находка морских нижнедевонских отложений в Горной Шории (западная часть Алтае-Саянской складчатой области) // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – Новосибирск: СНИИГГиМС. 2015. – № 2 (22). – С. 11–15.
2. Дубатов В.Н., Краснов В.И. Таштыпский горизонт и его значение для стратиграфии красноцветных фаций девона Алтае-Саянской области // Стратиграфия и палеонтология девона и карбона. – М.: Изд-во «Наука», 1982. – С. 19–33.
3. Дубатолова Ю.А. Девонские криноидеи Минусинской котловины // Под. ред. А.М. Обут. – М.: Изд-во «Наука», 1975. – 61 с.
4. Коржнев В.Н. О смене псилофитовой флоры папоротниковидной в эмсе в Горном Алтае // Вестник Томского государственного университета. – 2011. – № 353 – С. 205–211.
5. Краснов В.И., Курик Э.Ю. Первая находка ископаемой рыбы в известняках таштыпской свиты Южно-Минусинской впадины // Стратиграфия и палеонтология девона и карбона. – М.: Наука, 1982. – С. 47–51.
6. Краснов В.И. Стратиграфия девонских образований центральной части Южно-Минусинской впадины // Проблемы теории стратиграфии. Средний палеозой Сибири: Избранные труды. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2007. – С. 162–168.
7. Легенда Минусинской серии Государственной геологической карты РФ масштаба 1:200 000 (Издание второе). Хакасский филиал ФГУ «ТФИ по СФО», 1997; с изменениями и дополнениями Красноярский филиал ФГУ «ТФИ по СФО», 2007.
8. Нефтегазонасность Южно-Минусинской впадины (результаты нефтепоисковых работ) // Под. ред. А.А. Трофимуа. – Новосибирск: Наука, 1966. – 291 с.
9. Паршин П.Н. Материалы к стратиграфии девона юго-западной части Южно-Минусинской котловины // Известия ТПИ им. С.М. Кирова. – Томск: Изд-во ТПИ, 1976. – С. 97–101.
10. Региональная стратиграфическая схема девонских образований восточной части Алтае-Саянской области. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2012. – 52 с.
11. Ржонницкая М.А. Мелещенко В.С., Беляков Н.А. и др. Материалы к изучению таштыпской свиты Минусинской котловины // Палеонтология и стратиграфия. Труды ВСЕГЕИ. – М.: Госгеолиздат, 1952. – С. 120–189.
12. Родыгин С.А. К вопросу о возрасте таштыпской свиты Южно-Минусинской впадины по конодонтам // Материалы по геологии Сибири. – Томск: ТГУ, 1983. – С. 82–84.

ПАЛЕОБОТАНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЮМЕНСКОЙ И НАУНАКСКОЙ СВИТ  
(НЮРОЛЬСКАЯ ВПАДИНА ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ)

Л.А. Юнусова

Научные руководители доценты И.В. Рычкова, М.И. Шамина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Средне-верхнеюрские отложения юго-востока Западной Сибири являются нефтегазоносными. Поэтому вопросы стратиграфического расчленения всегда здесь являются актуальными. При отсутствии морской фауны в некоторых стратонах решающую роль при решении стратиграфических задач играют макроостатки растений, которые имеют широкое распространение в разрезах скважин юго-востока Западной Сибири.

Материалом для данных исследований послужил керн из скважин площади Фестивальная в Нюрольской впадине (всего было изучено 6 скважин: №№ 1, 3, 4, 5, 256, 257). Здесь средне-верхнеюрские отложения представлены васюганским горизонтом (верхний бат-келловей-оксфорд), куда входит морская васюганская и прибрежно-морская наунакская свиты. Их подстилает тюменская свита (байосс-нижний бат) [3]. Отмечается трудность выделения этих стратиграфических подразделений, что обусловлено линзовидной формой геологических тел и малой контрастностью литологических разностей, слагающих свиты.

Тюменская свита сложена чередующимися прослоями сероцветных песчаников, алевролитов и аргиллитов с очень редкими маломощными прослойками углей и конгломератов. Характерной особенностью является обилие углистого детрита, остатков корней, стеблей и отпечатков растений, погребенные почвы.

Тюменская свита включает в себя разнообразный в таксономическом плане набор растений: *Raphaelia diamensis*, *R. stricta*, *Radicites sp.*, *Coniopteris cf. margaretae*, *C. vsevolodii*, *C. vialovae*, *Coniopteris simplex*, *C. depensis*, *Podozamites sp.*, *Ginkgo sibirica*, *Phoenicopsis marcovichae*, хвощи, мох. Доминирующими в комплексе растений являются папоротники, особенно род *Coniopteris* (5 видов). В таксономическом разнообразии им уступают чекановские (2-3 вида).

Наунакская свита в районе исследований, сложена серыми алевролитами, аргиллитоподобными глинами, реже песчаниками. В свите присутствуют многочисленные включения обугленных растительных остатков, стяжения и вкрапленность пирита. Наунакская свита включает небогатый комплекс растений, где присутствуют отпечатки таких растений, как *Coniopteris depensis*, *C. buriensis*, *C. latilobus*, *Podozamites lanceolobus*. В видовом разнообразии доминируют папоротники, хвойные. Чекановские встречаются спорадически, порой они создают монодоминантные скопления, слагающие прослойки угля в терригенных отложениях.

В результате изучения отпечатков макроостатков растений из местонахождений площади Фестивальная было установлено, что руководящими растениями для тюменской свиты можно считать *Raphaelia diamensis* и *Coniopteris vialovae*.

Растения *Coniopteris latilobus*, *Podozamites eichwaldi* и *Czekanowskia tomskiensis* вполне обоснованно могут рассматриваться в качестве характерных таксонов для наунакской свиты. В составе наунакского комплекса встречаются эндемики *Coniopteris latilobus*, что указывает на специфические условия формирования наунакской свиты.

#### Литература

1. Киричкова А.И., Быстрицкая Л.И., Травина Т.А. Род *Coniopteris* и чекановские в юрской флоре Западной Сибири и их значение для стратиграфии // Материалы симпозиума «Эволюция жизни на Земле». ТГУ. – 2001. – С. 353–354.
2. Киричкова А.И., Быстрицкая Л.И., Травина Т.А. Значение *Coniopteris* и *Czekanowskia* для стратиграфии континентальной юры Западной Сибири // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2002. Том 10, № 3 – С. 35–52.
3. Решения 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири. – Новосибирск, 2003. – 114 с.
4. Рычкова И.В. Палеоботаническая характеристика тюменской свиты средней юры (Томская область) Палеоботанический временник // Непериодическое приложение к журналу «Lethaea rossica. Российский палеоботанический журнал». Выпуск 1. 2013. – С. 132–136.
5. Шурыгин Б.Н., Никитенко Б.Л., Девятков В.П. и др. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Юрская система. Новосибирск: Изд - во СО РАН, филиал «ГЕО». – 2000. – 480 с.

## Секция 2

# МИНЕРАЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ И ПЕТРОГРАФИЯ

## МЕХАНИЗМ МИКРОСТРУКТУРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ПРИРАЗЛОМНЫХ ЗОН СМЯТИЯ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Д.М. Автушенко

Научный руководитель доцент А.А. Калиева

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Россия

Для установления специфики деформаций горных пород на микроуровне в условиях приразломных зон смятия был произведен ряд экспериментов, поставленных по определенной программе. В качестве исходного материала использовался поликристаллический парафин, поведение которого (в макро- и микромасштабах) оказалось сходным с поведением пород в процессе их деформационного преобразования. В экспериментах литая плита поликристаллического парафина (толщиной 3,5 см) заводского изготовления разрезалась поперек. Стенки образованного таким образом «разлома» равномерно прогревались в водяной бане до 47°С. Это обеспечивало образование  $\alpha$ -парафина в задаваемой зоне прогрева по обе стороны от разлома, что влекло за собой понижение вязкости. С помощью простейшего прибора на сдвигание (или сжатие) блоки проволакивались друг относительно друга по разлому в исходной плоскости плиты. Это приводило к вязкому трению и ламинарному сдвиговому течению в приграничной зоне. Исследуемая «слоистая структура» наносилась в виде координатных линий. В характеризуемых экспериментах амплитуда смещения была конечной (до 7...12 см). Процесс деформации (по соображениям термостатирования) занимал короткий промежуток времени. В течение этого времени, а также подготовки опыта приразломная зона прогрева не успевала заметно охладиться.

Получена модель формирования тектонитов от низших тектонофазий (изотропной микроструктуры) к высшим тектонофазиям (ориентированным). В парафиновой модели возникают отчетливые структуры, типичные для тектонитов с выраженной линейностью, кливажной листоватостью и расщепляемостью на тончайшие пластинки, сланцеватостью и т.д. Кливажная листоватость под микроскопом выглядит как разделение породы на микролитоны (линзы, пластинки) системой швов. Основу микролитонов на стадии их зарождения составляют неизменные части поликристалла, на более поздней стадии развития кливажа – отдельные вытянутые зерна и их осколки. Краевые части микролитонов сложены продуктами истирания (на более поздней стадии рекристаллизации). Сланцеватость, характерная для высших тектонофазий, под микроскопом выглядит как способность распада поликристаллического агрегата парафина на чешуйки, микролинзы, линзовидные супериндивиды, сложенные срастаниями вторичных зерен поликристалла.

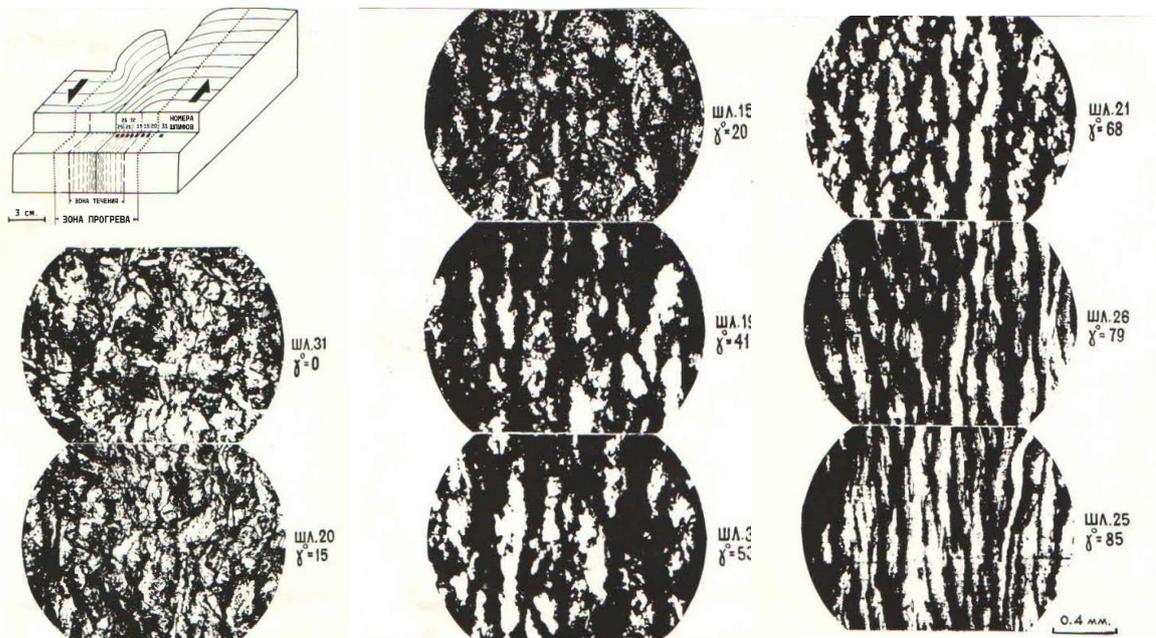


Рис. 1 Ряд тектонитов в сечении, перпендикулярном элементарной зоне приразломного смятия, отчетливо видно, что интенсивность деформации быстро угасает от плоскости разлома (цифры в градусах – угол сдвига). Вверху – блок-схема эксперимента и пункты шлифов

При моделировании исследовались три аспекта явления приразломного смятия: моноразломного, полиразломного и внутриразломного. Результаты экспериментов показали, что деформации в внутриразломных зонах смятия носят градиентный характер. Интенсивность их убывает от шва разлома к периферии, что фиксируется элементами микроструктуры и макроструктуры (тектонитами). Особое внимание уделено моделированию мелкой складчатости, предложена схема их типизации.

Экспериментальное моделирование на поликристаллическом парафине позволило воспроизвести элементарную шовную зону приразломного смятия с ее зональностью в поперечном сечении, со всеми ее элементами, такими как тектониты, кливаж, последовательный ряд микроструктурных преобразований, состоящий в прогрессирующем утонении микролитонов, измельчении зерен и упорядочении их ориентировки (рис. 1).

### Литература

1. Вилор Н.В., Павлова Л.А., Чупарина Е.В., Канева Е.В. Геохимия и минералообразование в региональных зонах смятия // Современные направления развития геохимии. Материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 60-летию Института геохимии СО РАН и 100-летию со дня рождения академика Л.В. Таусона. – Иркутск, 18–23 сентября 2017. – С. 51–52.
2. Паталаха Е.И., Лукиенко А.И., Смирнов А.В., Коробкин В.В., Белый В.А., Чугункина А.А. Тектонические потоки и shear zones как фундаментальные понятия современной структурной геологии. – Изв. Национальная академия наук Республики Казахстан Сер.геол., 1993. – № 1. – С. 3–9.
3. Чугункина А.А. Экспериментальное моделирование приразломных зон смятия. // Геология Казахстана. – 1996. – № 2. – С. 83–90.

## ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ПОЗДНЕМЕЗОЗОЙСКИХ ВУЛКАНИТОВ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р. АГА (ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

Ю.С. Андреева<sup>1,2</sup>, С.А. Сасим<sup>1,2</sup>, В.А. Бычинский<sup>1,2</sup>

Научный руководитель доцент В.А. Бычинский

<sup>1</sup>Институт геохимии им. А.П. Виноградова Сибирское отделение Российской академии наук,  
<sup>2</sup>Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

На территории Восточного Забайкалья в позднемезозойское время интенсивно происходили процессы растяжения литосферы и формирование рифтогенных впадин, в которых широко проявился магматизм различной геохимической спецификации [2, 5, 8, 9].

История геодинамического развития Забайкальского сегмента Монголо-Охотского орогенного пояса в палеозое и мезозое рассматривается рядом исследователей [2, 5] как эволюционный ряд различных геодинамических обстановок. Согласно данным палеогеодинамических реконструкций полное замыкание Монголо-Охотского океана в районе Восточного Забайкалья (современные координаты) произошло на рубеже ранней и средней юры [2, 5]. В конце мезозоя на территории Забайкалья проявились интенсивные процессы растяжения, сопровождавшиеся сводо-, грабенообразованием и активным магматизмом, породившим широкое разнообразие интрузивных магматических комплексов, вулканических серий и вулканоплутонических ассоциаций. Результаты последних исследований показывают, что внутриплитовая магматическая активность, проявленная в пределах континентальных блоков на посторогенной стадии развития складчатых поясов, несет в себе важнейшую и разнообразную минерагеническую нагрузку [2, 3, 4, 5, 8].

В данном сообщении авторами рассматриваются особенности вещественного состава позднеюрско-раннемеловых вулканитов района среднего течения р. Ага, изученных в ходе полевых работ в 2015 г. в составе Изотопного отряда Института геохимии им. А.П. Виноградова Сибирского отделения Российской академии наук и проведенных лабораторных исследований. В геологическом строении среднего течения р. Аги принимают участие метаосадочные и метавулканические породы основного состава позднепротерозойско-раннекембрийского возраста, метатерригенные породы нижнего и среднего девона, терригенные породы верхнего триаса, терригенные породы средней-поздней юры, риолитовые породы поздней юры, позднеюрско-раннемеловые вулканиты основного и среднего состава [1]. Среди плутонических образований отмечаются локальные выходы гранитов кукульбейского и шахтаминского комплексов.

Нами исследовались локальные проявления вулканитов основного состава, проявленных на левом борту среднего течения р. Ага и в большей степени в районе пади Жабхара (междуречье среднего течения р. Ага и верхнего течения р. Хила). Следует отметить, что в районе левого борта р. Ага исследуемые вулканические породы характеризовались плохой обнаженностью и встречались в виде локальных выходов элювиальных отложений в виде глыб, а также скудных коренных обнажений небольших размеров и часто задернованных. Здесь они залегают со стратиграфическим несогласием на девонских метатерригенных и метаосадочных породах ундургинской свиты и со скрытым несогласием на средне-позднеюрских терригенных породах. Вулканиты этого района представлены относительно свежими плотными трахибазальтами с афировой, реже мелкопорфировой структурами. В пределах пади Жабхара на разных гипсометрических уровнях дорожными работами искусственно созданы несколько обнажений в виде небольших карьеров в поперечнике от 5 до 40 метров и глубиной 5...8 метров, что позволило детально рассмотреть разрез позднеюрско-раннемеловых вулканических пород общей мощностью до 20...25 метров. В пределах данной территории вулканиты несогласно залегают на триасовых терригенных образованиях тулугайской свиты и средне-позднеюрских терригенных образованиях. Исследуемые вулканиты залегают практически горизонтально с ярко выраженной столбчатой отдельностью. Породы представлены трахибазальтами

черного цвета, весьма свежего облика, с мелкопорфировой (преобладает) и афировой структурами и плотной, местами слабопористой текстурой. Вкрапленники в вулканитах представлены плагиоклазом основного состава, клинопироксеном, реже амфиболом. В отдельных пробах в составе пород отмечаются ксеногенные зерна кварца и полевого шпата со следами резорбции кристаллов.

Исследуемые вулканиты характеризуются следующими вариациями петрогенных компонентов (в мас. %): SiO<sub>2</sub> от 46,4 до 52,7; TiO<sub>2</sub> 2,4...3,0; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 13,3...15,2; Fe<sub>2</sub>O<sub>3(tot.)</sub> 10,5...12,8; MgO 3,3...6,7; CaO 6,2...7,8; Na<sub>2</sub>O 3,2...4,0; Na<sub>2</sub>O 1,3...1,56; Mg# 42...56 %. Положение фигуративных точек составов вулканитов на TAS-диаграмме позволяет отнести их к умеренно-щелочному подотряду; они соответствуют трахибазальтам и трахиандезибазальтам (рис. А). Как отмечалось выше, позднеюрско-раннемеловой магматизм Монголо-Охотского орогенного пояса характеризуется различной геохимической специализацией, что, вероятно, является следствием различия источников магматизма и ранее отдельными исследователями [8] близковозрастные вулканические толщи нередко относились к магматизму одной серии. Диаграмма TiO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub> (рис. Б) позволяет подразделить вулканические породы, сформировавшиеся за счёт разных источников вещества [3, 6] в геодинамических обстановках типа островодужных и активных континентальных окраин, с одной стороны и, рифтогенных областей, с другой. На этой диаграмме исследуемые вулканиты характеризуются высокими содержаниями TiO<sub>2</sub>, отвечающими рифтогенным обстановкам. В поведении петрогенных компонентов в вулканитах среднего течения р. Аги отмечаются следующие закономерности: отрицательная корреляция между SiO<sub>2</sub> и MgO, CaO, TiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; положительная корреляция между SiO<sub>2</sub> и Na<sub>2</sub>O; отсутствие выраженных корреляций между SiO<sub>2</sub> и P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O. Подобное распределение петрогенных компонентов в целом соответствует тренду фракционной кристаллизации минералов. Отсутствие закономерности в распределении P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O с уменьшением кремнезёма может быть связано с процессом коровой контаминации, который в отдельных пробах проявлен в наличии ксеногенных зерен кварца и полевого шпата, отчетливо наблюдающихся при исследовании в поляризационном микроскопе.

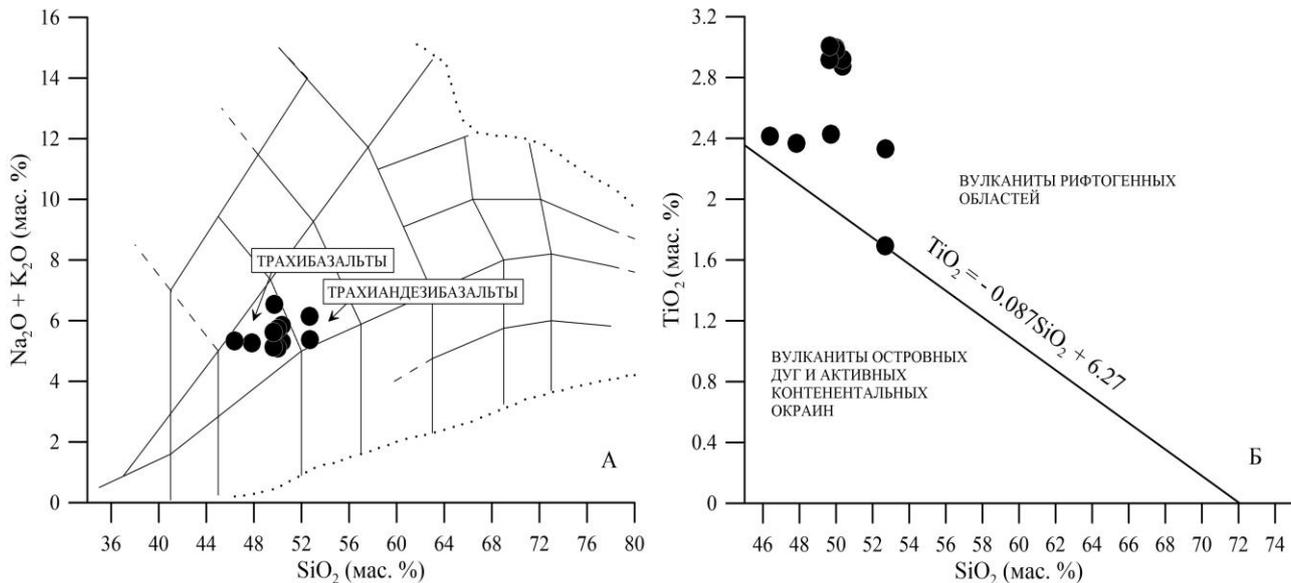


Рис. 1 Классификационная TAS-диаграмма (А) по [7] и диаграмма TiO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub> (Б) по [3, 6] для позднеюрско-раннемеловых вулканитов среднего течения р. Ага

Таким образом, приведенные результаты исследований показывают, что вулканиты среднего течения р. Аги принадлежат к трахибазальтовой серии Восточного Забайкалья и образовались при доминирующем процессе фракционной кристаллизации. Сформулированные выводы о петрогенезисе и приуроченности пород к рифтогенным обстановкам являются предварительными и поэтому необходимо проведение дальнейших изотопно-геохимических исследований.

#### Литература

1. Геологическая карта СССР масштаба 1:200000. Серия Восточно-Забайкальская. Лист М-50-VII // Барабанов Е.В., Труцова Н.А. – Л.: ВСЕГЕИ, 1969.
2. Гордиенко И.В., Кузьмин М.И. Геодинамика и металлогения Монголо-Забайкальского региона // Геология и геофизика, 1999. – Т. 40. – С. 1545–1562.
3. Казимировский М.Э. Геохимия и петрология позднемезозойских рифтогенных магматических пород Забайкалья (Нерча-Ингодинская рифтогенная зона): дис. ... канд. г.-м. наук – Иркутск, 1996. – 251 с.
4. Корольков А. Т. Геодинамика золоторудных районов юга Восточной Сибири / под ред. Ж.В. Семинского. – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2007. – 251 с.
5. Парфенов Л.М., Берзин Н.А., Ханчук А.И., Бадарч Г., Беличенко В.Г., Булнатов А.Н., Дриль С.И., Кириллова Г.Л., Курьмин М.И., Ноклберг У, Прокопьев А.В., Тимофеев В.Ф., Томуртоого О.Х. Модель формирования орогенных поясов Центральной и Северо-Восточной Азии // Тихоокеанская геология. – 2003. – Т. 22. – № 6. – С. 7–41.

6. Первов В.А., Дрынкин В.И., Керзин А.Л., Келлер Й. Геохимия субщелочных вулканических серий двух стадий позднемезозойской тектоно-магматической активизации Юго-Восточного Забайкалья // Геохимия, 1987. – № 6. – С. 798–811.
7. Петрографический кодекс России. Магматические, метаморфические, метасоматические, импактные образования. – СПб.: изд-во ВСЕГЕИ, 2009. – 200 с.
8. Таусон Л.В., Антипин В.С., Захаров М.Н., Зубков В.С. Геохимия мезозойских латитов Забайкалья. – Новосибирск: Наука, 1984. – 205 с.
9. Ярмолук В.В., Коваленко В.И. Геохимические и изотопные параметры аномальной мантии Северной Азии в позднем палеозое-раннем мезозое (данные изучения внутриплитного базитового магматизма) // Доклады Российской академии наук, 2000. – Т. 375. – № 4. – С. 525–530.

### ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ МЕТАЛЛОВ ВО ВТОРИЧНЫХ ОРЕОЛАХ ПРОЯВЛЕНИЯ МЕДИСТЫХ ПЕСЧАНИКОВ (ЗАПАДНАЯ ЧУКОТКА)

И.В. Балыкова

Научный руководитель старший научный сотрудник Т.Н. Лубкова  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

Выветривание руд обуславливает поступление химических элементов в рыхлые отложения ландшафтов месторождений. Дальнейшее вовлечение в процессы миграции приводит к перераспределению элементов в твердой фазе в результате вторичного концентрирования в процессах сорбции и соосаждения на глинистых минералах, оксидах и гидроксидах железа и марганца, органическом веществе. Информация о формах нахождения рудных элементов, отражающая их миграционную способность, позволяет дать оценку механизмам формирования вторичных ореолов; фракционный состав соединений, в свою очередь, может рассматриваться как индикатор рудно-формационного типа минерализации.

В настоящее время для определения форм нахождения металлов в рыхлых отложениях применяют инструментальные (сканирующая электронная микроскопия, рентгеновская дифракция, рентгеновский анализ тонкой структуры спектров поглощения – EXAFS, спектроскопия рентгеновского поглощения – XANES) и экстракционные методы, а также их сочетание [2]. Селективные экстракционные методы, направленные на перевод в раствор различных по прочности удерживания матрицей соединений металлов и позволяющие получить данные о механизмах связи металлов с органическими почвенными компонентами, имеют в настоящее время наиболее широкое применение. Существующие методики [4] позволяют поэтапно выделять подвижные, условно подвижные и остаточные формы металлов с последующим определением их содержания в экстрактах методами ААС, ИСП-АЭС/МС и др. Подвижные формы (водорастворимые, обменные, специфически сорбированные и связанные с карбонатами) достаточно легко переходят в раствор. Для перевода в раствор условно-подвижных (связанных с оксидами/гидроксидами железа и марганца или с органическим веществом) соединений необходимо изменение физико-химических условий среды (соответственно, выделяют группы восстанавливаемых и окисляемых форм).

В практике геологоразведочных работ (ГРП) экстракционные методы достаточно активно применялись за рубежом в 1950-70 гг. на стадии пробоподготовки для увеличения полезного сигнала (контрастности). В 1990-х гг. интерес к селективным методам был возрожден, в том числе благодаря достижениям отечественных исследователей [3], внедренным далее в зарубежную практику [5]. В настоящее время за рубежом при анализе рыхлых отложений широко применяется так называемая технология ММІ (метод подвижных ионов) [6]. Данный метод подразумевает выделение непрочно связанных форм, рекомендуется к массовому анализу геохимических проб вместо рутинного определения валового состава и направлен на исключение ложных аномалий при оконтуривании рудных тел, а не установление рудно-формационной принадлежности объектов, которая определяет перспективность их дальнейшей разведки и освоения.

В данной работе проведена оценка форм нахождения металлов (Cu, Zn, выборочно – Pb, а также Fe, Mn) во вторичных ореолах проявления медистых песчаников в углеродистых породах (алевролитах) осадочного комплекса Стадухинского рудно-россыпного узла (Южно-Анойская структурно-формационная зона, Западная Чукотка). Суммарная протяженность аномалий в контуре содержания Cu > 100 г/т составляет более 7 км при средней ширине 0,5 км. В составе зон выделяются ядерные части ореолов с содержанием меди 0,05...0,1 % и выше. Минерализованная порода сложена зернами кварца, сцементированными хлоритом, содержит вкрапленность пирита и халькопирита, рассеяна многочисленными прожилками этих минералов мощностью от нескольких мм до 2 см. Микроскопическими исследованиями установлен сфалерит-пирит-халькопиритовый состав минерализации, слагающей прожилки и просечки. В небольших количествах в составе руд присутствуют кобальтин и гудмундит. Основные промышленные перспективы данного объекта связаны с потенциалом попутной отработки при промышленном освоении золоторудного месторождения Кекура.

Для проведения исследований было отобрано 18 проб рыхлых отложений. Валовый состав проб был определен методом РФА-ЭД с использованием портативного спектрометра NITON FXL-950. Содержание меди в пробах варьирует в диапазоне 0.11-0.66%, цинка – 0.015...0.15 %, свинца – до 0.03 %, железа – 5.8...15.6 %, Mn – от 0.11 до 0.25 %. В пробах также определены рН водных вытяжек (соотношение тв:ж=1:5, Checker 1, Hanna) и содержание органического вещества гумусового типа (Сорг, экстрагирование 0,1 М Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> с фотометрическим окончанием). Значения рН варьируют в диапазоне 5.3...7.5 ед. (в среднем – 6.4 ед.). Содержание Сорг составляет 0.7...4.4 %, в среднем – 1.9 %.

Определение форм нахождения металлов проводилось методом фракционирования по Tessier et al. [7], с изменениями. Обменные и специфически сорбированные формы выделяли в одну стадию с использованием ацетатно-аммонийного буферного раствора, pH = 4,8, стандартизованного в РФ. Остаточную фракцию оценивали по разнице вала и суммы извлеченных форм с контролем содержаний в остатке методом РФА-ЭД.

Анализ последовательных экстрактов выполняли методом РФА-ЭД с использованием спектрометра NITON FXL-950 с предварительным концентрированием растворов по методу «высушенной капли». Аликвота анализируемого раствора (V=150 мкл) наносилась на пленку из поликарбоната (толщиной 3.5 мкм) и высушивалась при  $t = 75 \pm 5^\circ\text{C}$ . Для контроля правильности анализа в качестве внутреннего стандарта использовали раствор Sc. Калибровка спектрометра проводилась по серии растворов, подготовленных из ГСО состава исследуемых элементов. Методика РФА-ЭД определения элементов в экстрактах была отработана при изучении форм нахождения меди и сопутствующих элементов во вторичных ореолах медно-порфировых месторождений [1]. Оценка сходимости данных РФА-ЭД показала, что при содержаниях  $\geq 1$  мг/л относительное стандартное отклонение (n=3-6) не превышает 10 %. Результаты РФА-ЭД соответствуют данным, полученным с применением прецизионных методов анализа (ААС, спектрометр Contg AA 700, Analitik Jena; ИСП-МС, масс-спектрометр высокого разрешения ELEMENT2, Thermo Finnigan).

Результаты оценки фракционного состава соединений металлов в рыхлых отложениях объекта исследований приведены в таблице. В среднем около 50 % от вала меди во вторичных ореолах представлено ее подвижными и условно подвижными формами, при этом основным механизмом иммобилизации этих форм в матрице рыхлых отложений является связывание с гидроксидами и оксидами Fe и Mn. Реакции обмена, сорбции, а также соосаждение и окклюзия органическим веществом имеют подчиненное значение – доля подвижных форм, а также фракции, связанной с Сорг, в среднем составляет около 10 % от вала (для каждой группы форм). При этом абсолютная концентрация меди, прочно связанной с органическим веществом, тесно коррелирует с содержанием органического вещества гумусового типа ( $r = 0.90$  при  $r_s \% = 0.482$ ). Содержание подвижных форм меди, как абсолютное, так и в долях от вала, возрастает с увеличением общих концентраций металла ( $r = 0.97$  и  $r = 0.88$  при  $r_s \% = 0.468$ ).

Таблица

Фракционный состав соединений металлов в рыхлых отложениях вторичных ореолов

X/э	Валовое содержание, вес. %	Содержание форм, % от вала			
		Подвижные	Связанные с гидроксидами Fe и Mn	Связанные с Сорг	Остаточные
Cu	0.11...0.66	$\frac{3...20}{9}$	$\frac{17...44}{29}$	$\frac{4...14}{9}$	$\frac{33...68}{53}$
Zn	0.015...0.15	$\frac{1...8}{4}$	$\frac{12...36}{26}$	$\frac{4...10}{7}$	$\frac{51...79}{63}$
Pb (n=4)	0.007...0.027	$\frac{5...9}{7}$	$\frac{20...48}{38}$	<5	$\frac{44...71}{58}$
Fe	5.8...15.6	$\frac{0.1...0.3}{0.2}$	$\frac{6...11^*}{8}$	$\frac{0.1...0.6}{0.4}$	$\frac{89...93}{91}$
Mn	0.11...0.25	$\frac{3...14}{5}$	$\frac{24...51^*}{39}$	$\frac{<2...4}{<2}$	$\frac{42...63}{54}$

Примечание: в числителе – диапазон содержаний, в знаменателе – среднее содержание элементов (в % от вала); \* - доля Fe и Mn в виде их свежесоздаваемых оксидов и гидроксидов.

Распределение Zn и Pb по формам их нахождения в рыхлых отложениях в целом схоже с распределением меди. На долю форм, связанных с гидроксидами и оксидами Fe и Mn, в среднем приходится 26 % и 38 % от вала соответственно. Следует отметить, что из-за низких содержаний Pb в рыхлых отложениях определение форм нахождения металла с РФА-ЭД окончанием оказалось возможным только для 4 проб.

Железо в рыхлых отложениях ожидаемо представлено его остаточными формами (около 90 % от вала), доля Fe в виде свежесоздаваемых оксидов и гидроксидов – в среднем 8 %. Для Mn доля восстанавливаемых форм варьирует в диапазоне 24...51 % от вала (в среднем – 39 %), подвижных форм – 3...14 %.

#### Литература

1. Лубкова Т.Н., Балыкова И.В., Шестакова Т.В., Яблонская Д.А. Идентификация форм нахождения элементов во вторичных ореолах месторождения Песчанка с использованием портативного РФА-ЭД анализатора // Тез. XIII Международной конференции «Новые идеи в науках о Земле». – МГРИ-РГГРУ, Москва. – Т. 1. – С. 225–226.

2. Минкина Т.М. и др. Новые подходы в изучении соединений тяжелых металлов в почвах с применением рентгеноспектрального анализа и экстракционного фракционирования // Геохимия, 2016. – № 2. – С. 212–219.
3. Antropova L.V., Goldberg I.S., Voroshilov N.A. and Ryss Ju.S. New methods of regional exploration for blind mineralization: application in the USSR // J. Geochem. Explor., 1992. – № 43. – P. 157–166.
4. Filgueiras A.V., Lavilla I., Bendicho C. Chemical sequential extraction for metal partitioning in environmental solid samples // J. Environ. Monitor, 2002. – № 4. – P. 823–857.
5. Hall G.E.M., Vaive J.E., Beer R., Hoashi M. Selective leaches revisited, with emphasis on the amorphous Fe oxyhydroxide phase extraction // J. Geochem. Explor., 1996. – № 56. – P. 59–78.
6. Mann A.V., Birrell R.D et al. Application of the mobile metal ion technique to routine geochemical exploration // J. Geochem. Explor., 1998. – № 61. – P. 87–102.
7. Tessier A., Campbell P., Bisson M. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals // Analytical Chemistry, 1979. – V. 51. – № 7. – P. 844–850.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕТРОХИМИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПРИ ФАЦИАЛЬНЫХ РЕКОНСТРУКЦИЯХ НА ПРИМЕРЕ ОТЛОЖЕНИЙ НЕПСКОГО ГОРИЗОНТА ВЕНДА ЗОНЫ СОЧЛЕНЕНИЯ НЕПСКО-БОТУОБИНСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ И ПРЕДПАТОМСКОГО РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОГИБА

Н.А. Бычкова

Научный руководитель профессор Е.Ф. Летникова

*Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья,  
г. Новосибирск, Россия*

В геологическом строении зоны сочленения восточного борта Непско-Ботуобинской антеклизы и Предпатомского регионального прогиба участвуют породы гетерогенного раннекембрийского фундамента и осадочного чехла (отложения рифа (локально), венда, кембрия и фанерозоя). Согласно принятой схеме стратиграфического расчленения [2] в вендских отложениях выделены три горизонта – непский, тирский и даниловский (верхний подгоризонт которого имеет венд-кембрийский возраст). Наши исследования проходили в Нюйско-Пеледуйской фациальной зоне, где непский горизонт расчленяется на талахскую и паршинскую свиты [5]. Объектом изучения стали терригенные отложения непского горизонта центральной части зоны сочленения Непско-Ботуобинской антеклизы и Предпатомского прогиба: Чайкинской, Курумсалинской, Нижнекарамской, Хотойской и Южной площадей. Исследования построены на данных химического состава более 30 образцов пород, результатах полуквантитативного минерального анализа (ПКМА) и петрографического изучения шлифов.

Посредством минерального нормативного пересчёта (программа MINLITH, [3]), диаграммы М.М. Хиррона [10] для классификации терригенных отложений и статистического анализа были выделены литотипы отложений стратиграфических подразделений. Система петрохимических модулей, разработанная Я.Э. Юдовичем и М.П. Кетрис [8], и генетические диаграммы F1-F2 [12], С.Р. Тейлора и С.М. Мак-Леннана [6], позволяют определить состав обломочного материала, поступающего с суши. Значение фемического модуля более 0,2 ( $FM = (Fe_2O_3 + MnO + MgO)/SiO_2$ ) и содержания оксида магния более 3 % свидетельствуют о примеси пирокластике. Диаграмма Б.П. Розера и Р.Дж. Корша [11] позволяет, в первом приближении, определить условия осадконакопления, при этом корреляционный анализ концентраций химических элементов в ранее выделенных литотипах, выделение ассоциаций элементов в совокупности с данными индикаторных соотношений, классификационных и генетических диаграмм позволяют описывать геохимическую специфику структурных подразделений геологических объектов, а также предполагать наиболее вероятные условия седиментогенеза.

Эталонным разрезом вендской талахской свиты Нюйско-Пеледуйской фациальной зоны считается разрез, вскрытый скважиной Паршинская 1 [5]. Свита сложена переслаивающимися разнозернистыми песчаниками (часто гравелитистыми) и аргиллитами. Талахская свита в скв. Чайкинская 279 (Чк-279) имеет двучленное строение. В нижней части по данным нормативного минерального состава среди полевых шпатов резко преобладает калиевый полевой шпат (6...18 %) при высоких содержаниях кварца (70 %) и присутствии иллита (12 %). В верхней части калишпат и плагиоклаз содержатся приблизительно в равных долях (каждого около 5 %), количество иллита (9 %) и кварца (77 %) практически не меняется, иногда появляется хлорит. В скважине Чайкинская 367 (Чк-367), а также в скважинах Курумсалинской, Нижнекарамской, Хотойской и Южной площадей вскрытые разрезы талахской свиты по минеральному (и химическому) составу соответствуют нижней её части, где одной из характерных черт является преобладание калишпата над плагиоклазом. Петрохимические модули и их корреляция показали, что отложения являются осадками первого цикла. В целом составы отложений в различных частях Нюйско-Пеледуйской фациальной зоны близки, но стоит отметить, что вскрытые отложения Чайкинского поднятия имеют более кварцевый состав. На классификационной диаграмме М.М. Хиррона отложения талахской свиты занимают поля аркозов и субаркозов. На диаграмме С.Р. Тейлора и С.М. Мак-Леннана породы образуют единое поле между полем гранитов и вершиной с оксидом кремния. Содержания хрома в песчаниках повышенные: в скв. Чк-367 достигают 352 г/т (среднее для свиты 214 г/т), скв. Чк-279 – 533 г/т (среднее 285 г/т), к северу от Чайкинского поднятия среднее содержание хрома в породах падает до 150...200 г/т, но остается повышенным относительно кларка [6] до 3 раз. При этом отмечены повышенные содержания циркония (скв. Чк-367 – 252 г/т, скв. Чк-279 – 150 г/т). В составе тяжелой фракции преобладает циркон, в подчиненном количестве содержатся сфен, турмалин, иногда встречаются шпинелиды и пироксены. Таким образом, источниками сноса для отложений талахской свиты послужили кислые породы при участии основных и ультраосновных пород. Согласно диаграмме Б.П. Розера и Р.Дж. Корша осадконакопление происходило во внутриконтинентальных обстановках.

Паршинская свита венда по особенностям литологического состава подразделяется на две подсвиты (эталонный разрез скв. Паршинская 1). Нижняя подсвита сложена преимущественно аргиллитами с прослоями алевролитов и мергелей. Верхняя подсвита в подошвенной части сложена мелко- и среднезернистыми песчаниками (хамакинский продуктивный горизонт), выше которой залегают глинистая толща. Севернее от Чайкинского поднятия отложения паршинской свиты сохраняют свойственные эталонному разрезу черты, в то время как в пределах Чайкинского поднятия строение паршинской свиты нетипично для Нюйско-Пеледуйской фациальной зоны: толща имеет признаки туфогенно-осадочных отложений, а песчаный хамакинский горизонт здесь сложен карбонатными и обломочными сульфатно-карбонатными породами [1]. Для данных отложений характерно превышение значений 0,2 ФМ и 3 % MgO, а также по данным расчетного состава породы скв. Чк-367 содержат до 24 % хлорита и 28 % монтмориллонита, породы скв. Чк-279 – 8...36 % хлорита, что позволяет с большей уверенностью судить о вкладе пирокластического материала при формировании отложений. Породы являются петрогенными, поскольку сохраняется положительная корреляция титанового модуля ( $TM = TiO_2/Al_2O_3$ ) и железного модуля ( $JM = (Fe_2O_3 + FeO + MnO)/(TiO_2 + Al_2O_3)$ ), а корреляция модуля нормированной щелочности ( $HKM = (Na_2O + K_2O)/Al_2O_3$ ) и гидрозатяжного модуля ( $GM = Al_2O_3 + TiO_2 + Fe_2O_3 + FeO + MnO/SiO_2$ ) отсутствует. Следует отметить сохранившуюся положительную корреляцию Cr, Co и Ni, что характерно для базитовых пород или при незначительной удаленности зоны седиментации от источника сноса [9]. К северу от Чайкинского поднятия керном охарактеризованы в основном лишь интервалы продуктивного песчаного пласта. Данные песчаники зрелые, кварцевого состава, на диаграмме М.М. Хиррона занимают преимущественно область кварцевых аренитов. Отмечены черты рециклинга: в пределах пласта ТМ выше в глинистых породах, нежели в песчаных, что характерно для лититовых отложений [7], а также часть точек на диаграмме F1-F2 попадают в поле зрелого рециклированного кварцевого обломочного материала. Источником сноса послужили главным образом кислые породы. Низкое содержание SiO<sub>2</sub>, преобладание иллита, хлорита в породах могут служить признаком участия в формировании пород пирокластического материала. О наличии базитовых пород в питающей провинции свидетельствуют присутствие в тяжелой фракции зерен шпинелидов, а также повышенные концентрации хрома (во всех рассмотренных паршинских отложениях скв. Чк-279 и скв. Чк-367 концентрации хрома 120...130 г/т, и 162...177 г/т в песчаниках к северу от Чайкинского поднятия). Среди аксессуарных минералов тяжелой фракции преобладают турмалин (54%) и циркон (38%), в подчиненном количестве содержатся сфен (4,7%), рутил (3,3%), шпинелиды (до 1,8%). Песчаные отложения севернее Чайкинского поднятия образовались во внутриконтинентальных обстановках, в то время как для паршинской свиты (терригенной части) скв. Чк-279 и скв. Чк-367 характерны обстановки пассивной континентальной окраины.

Петрохимические исследования позволяют утверждать о единой питающей провинции для отложений талахской свиты: преимущественно кислого состава при вкладе базитового и ультрабазитового обломочного материала. Вероятнее всего, источником послужили «южные» комплексы фундамента Непско-Ботуобинской антеклизы, в которых широко распространены позднеархейские гранитоиды субщелочного и щелочного ряда калиево-натриевой серии [4], источниками обломочного материала базитового и ультрабазитового составов могли быть субсинхронные осадконакоплению вулканические образования при процессах рифтогенеза в пределах юга Сибирской платформы. Накопление талахских отложений происходило во внутриконтинентальных обстановках. Во время накопления паршинской свиты основной источник сноса сохранился, но сменились фациальные обстановки. Можно предполагать снижение гидродинамической активности среды, вследствие чего стали накапливаться более тонкозернистые отложения.

#### Литература

1. Пустыльников В.В., Иванова Н.А., Потлова М.М., Ефременкова В.В., Солодникова А.В. Туфогенно-осадочная толща паршинской свиты Чайкинского поднятия (Сибирская платформа) // Осадочные бассейны, седиментационные и постседиментационные процессы в геологической истории: Материалы VII Всероссийского литологического совещания. – Новосибирск, 2013. – Т. 2. – С. 412–416.
2. Решения Четвертого Межведомственного регионального стратиграфического совещания по уточнению и дополнению стратиграфических схем венда и кембрия внутренних районов Сибирской платформы. – Новосибирск: Изд. СНИИГГиМС, 1989. – 64 с.
3. Розен О.М., Аббясов А.А. Количественный минеральный состав осадочных пород: расчет по петрохимическим данным, анализ достоверности результатов (компьютерная программа MINLITH) // Литология и полезные ископаемые. – 2003. – № 3. – С. 299–312.
4. Старосельцев К.В. Строение фундамента центральной части Сибирской платформы: Автореферат дис. канд. геол.-минер. наук. – Новосибирск, 1992. – 23 с.
5. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Рифей и венд Сибирской платформы и её складчатого обрамления / Под ред. Н.В. Мельникова. – Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2005. – 428 с.
6. Тейлор С.Р., Мак-Леннан С.М. Континентальная кора: ее состав и эволюция. М.: Мир, 1988. – 384 с.
7. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Геохимические индикаторы литогенеза (литологическая геохимия). – Сыктывкар: Геопринт, 2011. – 742 с.
8. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Основы литохимии. – СПб: Наука, 2000. – 497 с.
9. Feng R., Kerrich R. Geochemistry of fine grained clastic sediments in the Archean Abitibi Greenstone Belt, Canada: Implication for provenance and tectonic setting // Geochimica et Cosmochimica Acta. – 1990. – V. 54. – P. 1061-1081.
10. Herron M.M. Geochemical classification of terrigenous sands and shales from core or log data // Journal of Sedimentary Petrology. – 1988. – V. 58. – P. 820–829.
11. Roser B.P., Korsch R.J. Determination of tectonic setting of sandstone-mudstone suites using SiO<sub>2</sub> content and K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O ratio // Journal of Geology. – 1986. – V. 94. – P. 635–650.
12. Roser B.P., Korsch R.J. Provenance signatures of sandstone-mudstone suites determined using discriminant function analysis of major-element data // Chemical geology. – 1988. – V. 67. – P. 119–139.

**ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕПЕНИ КРИСТАЛЛИЧНОСТИ ХРИЗОПРАЗА ПРОЯВЛЕНИЙ И МЕСТОРОЖДЕНИЙ РОССИИ, КАЗАХСТАНА, АВСТРАЛИИ**

**В.А. Винникова**

Научный руководитель старший преподаватель Л.А. Зырянова, профессор Д.В. Лычагин  
**Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия**

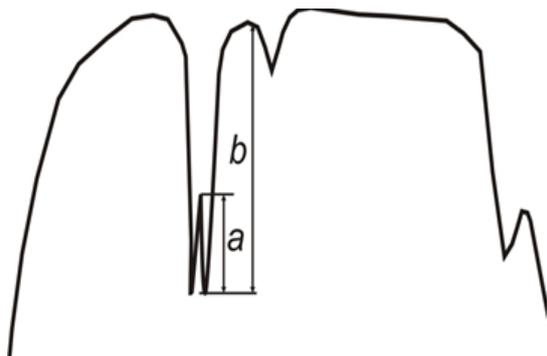
Исследованная ранее рентгенолюминесценция хризопраза выявила связь этой характеристики со структурным состоянием минерального агрегата [4]. Однако состояние минерального агрегата оценивалось лишь качественно. Оценка степени кристалличности халцедона и хризопраза проводилась прежде [5] с использованием разных методов. Мы пытались сравнить сопоставимость результатов, полученных тем или иным методом. Нами для исследований были взяты образцы хризопраза из месторождений Урала (Россия), Красногорского проявления (Россия, Алтай), Сарыкул-Болды (Казахстан), Мальборо-Крик (Австралия), а также образец серого однородного халцедона, который был взят в качестве эталонного.

Согласно исследованиям В.П. Лютоева [5], отличия в физических свойствах халцедона связаны с частичным разупорядочением решётки кварца. Одна из причин этого – высокая плотность атомных нарушений и связанных с ними парамагнитных центров в кварцевой кристаллической решётке. Степень разупорядоченности можно оценить методами рентгеновской дифракции и инфракрасной спектроскопии. Известно, что на дифрактограммах халцедона присутствуют те же рефлексы, что и у кварца, их различие заключается в уширении и изменении интенсивностей некоторых из них. Относительные интенсивности рефлексов на дифрактограммах кремнезёма используются для оценки степени его рентгеновской кристалличности. Наиболее чувствительны к вариациям степени кристалличности группы рефлексов ( $\text{CuK}\alpha$ ) 111, 102 и 110 в области  $2\theta = 34 - 44^\circ$ , а также 203 и 212 в интервале  $2\theta = 66 - 69^\circ$  (рис. 1). К. Дж. Мурата и М.Б. Норман [8] ввели термин «индекс кристалличности» кварца для количественной характеристики совершенства кристаллической решётки и определяли его как степень разрешения линии рентгеновского отражения от плоскости (212) при 0,1328 нм для  $\text{CuK}\alpha$ .

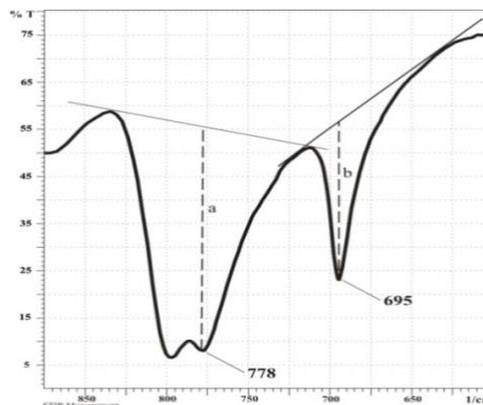
$C_{I_p} = 10 * F * (a/b)$ , где  $a$  – величина разрешенности,  $b$  – интенсивности рефлекса (212),  $F$  – инструментальный фактор, подобранный так, чтобы для совершенных кристаллов кварца  $C_{I_p}$  было равно 10.

Рентгеновская степень кристалличности халцедона является функцией размеров кристаллитов, а также результатом деформации кристаллической решётки под действием механических напряжений, возникающих на границе волокон. Чем выше индекс кристалличности, тем более совершенна структура. Индекс кристалличности халцедона до 4,7, кварца – от 4,7 до 10 (10 у оптического кварца). В то же время в работе Г.П. Барсанова с соавторами [3] было предложено определять индекс кристалличности кварца методом инфракрасной спектроскопии. Инфракрасные лучи, пройдя через вещество, вызывают возбуждение колебательных уровней молекул. Если частота инфракрасного излучения совпадает с частотой колебания молекулы, то происходит резонансное поглощение энергии с образованием полосы поглощения. Она характеризуется частотой колебания  $\nu$  (или длиной волны  $\lambda$ ), формой и интенсивностью.

Кристаллическая фаза  $\alpha$ -кварца определяется наличием двойного пика поглощения 800...780  $\text{см}^{-1}$ , который обусловлен колебаниями Si–O–Si связей в кварце. Положение этого двойного пика по спектру, средняя интенсивность, отсутствие суперпозиции других полос и большая чувствительность к структурным изменениям явились причиной его использования для получения полуколичественного критерия оценки кристалличности.



**Рис. 1** Отношение величины слабого пика 776  $\text{см}^{-1}$  к его коротковолновому плечу



**Рис. 2** Графическое определение величины пиков ИК-поглощения в области 778..695  $\text{см}^{-1}$  по методу базовой линии [1]

И.И. Плюснина [6] предлагает оценивать степень кристалличности по формуле:

$K_{ик} = 10 f a/b$ , где  $f$  – коэффициент пропорциональности для эталонного кварца (2,5... 2,8),  $a/b$  – отношение величины слабого пика 776  $\text{см}^{-1}$  к его коротковолновому плечу (рис. 3). Иная методика была предложена в работе V. Ramasamy [7], где для расчётов  $k_i$  использовано отношение интенсивностей ИК-пиков поглощения при 778  $\text{см}^{-1}$  и 695  $\text{см}^{-1}$ , которые относятся к колебаниям разного типа симметрии (рис. 2).

Спектры ИК-поглощения регистрировались на спектрофотометре IRPrestige-21 фирмы «Shimadzu» с преобразованием Фурье (FTIR – 8400S) в интервале 300...4000  $\text{см}^{-1}$  с разрешением 0,001  $\text{см}^{-1}$  (FT-IR), с помощью программного обеспечения IRsolution. В таблице приведены отличающиеся по абсолютным величинам расчётные значения индекса кристалличности, полученные разными методами. Во всех предложенных методах величина индекса

кристалличности имеет цифровое значение и рассчитывается непосредственно по результатам измерения спектров инфракрасного поглощения и величины интенсивности пиков ИК-поглощения в соответствующей области.

С увеличением содержания исследуемого вещества в приготовленном образце наблюдается закономерное увеличение интенсивности пиков инфракрасного поглощения, а при высоких концентрациях (выше 1,5 %) их форма искажается, и значения их интенсивности выходят за рамки диапазона измерений. При этом изменяются и значения индекса кристалличности, рассчитанного различными методами, в том числе, использующими отношение интенсивностей ИК-пиков при 778 и 695 см<sup>-1</sup> [2]. Поэтому, существует возможность погрешности при измерениях в связи с различным весом взятой пробы.

Таблица

Значения индекса кристалличности, полученные разными методами

Месторождение	№ образца	Индекс кристалличности методом рентгеновской дифракции	Индекс кристалличности по V. Ramasamy, G. Suresh	Индекс кристалличности по И.И. Плюсниной	
Эталонный халцедон	8	0,09	1,8	0,8	
хризопраз	Урал, зелёный	7б(7xy)	1,27	3,02	1,8
	Урал, аморфный бледно-зелёный	7а(7xy)	0	0	0
	Алтай, зелёный	4(2ха)	2,46	2,18	1,49
	Алтай, грязно-зелёный	3(1ха)	0	0	0
	Австралия, серо-зелёный	1б(9хав)	0,98	2	1,73
	Казахстан	2(бхк)	0,5	3,5	0,98

Для сравнения полученных результатов без учета погрешности измерений была построена диаграмма корреляции индекса кристалличности хризопразов из разных месторождений (рис. 3).

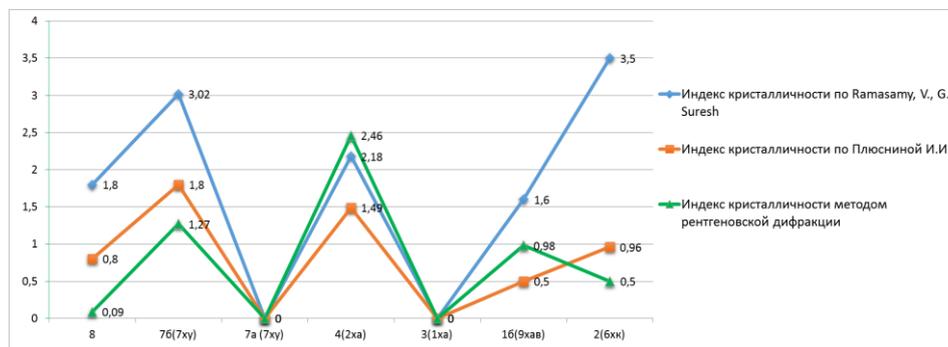


Рис. 3 Корреляция индекса кристалличности образцов хризопразов

Представленные на диаграмме индексы кристалличности рассчитаны тремя различными методиками. Коэффициент корреляции по методикам И.И. Плюсниной и V. Ramasamy, G. Suresh равен 0,83, по методикам И.И. Плюсниной и рентгеновской дифракции 0,75, по V. Ramasamy, G. Suresh и рентгеновской дифракции 0,48. Что свидетельствует о высокой сопоставимости результатов.

Таким образом, при исследованиях способом рентгеноструктурного анализа масса проб образцов не играет определяющей роли для получения результата, тогда как при инфракрасной спектроскопии масса проб сравниваемых образцов должна быть сопоставимой. Так как для инфракрасной спектроскопии важную роль играет концентрация вещества, то можно считать, что результаты рентгеноструктурного анализа более точные по абсолютным значениям, а по пикам соотношение интенсивности рефлексов в областях углов  $2\theta = 34 - 44^\circ$  и  $2\theta = 66 - 69^\circ$  рентгенограмм можно установить основную и дополнительную фазу. Индекс кристалличности можно рассчитать различными методами, но для корректных выводов нужно сравнивать индексы, полученные по одной методике.

#### Литература

1. Ананьева Л.Г., Коровкин М.В. Минералого-геохимическое изучение кварцитов Антоновской группы месторождений // Известия Томского политехнического университета. – 2003. – Т. 306. – № 3. – С. 50–55.
2. Ануфриенкова А.М., Разва О.С. Расчёт индекса кристалличности кварцитов по спектрам инфракрасного поглощения // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XVIII Международного симпозиума им. акад. М.А. Усова студ. и молодых ученых. – Томск, 2014. – Т. 1. – С. 108–109.
3. Барсанов Г.П., Плюснина И.И., Яковлева М.Е. Особенности состава, некоторых физических свойств и структуры халцедона // Новые данные о минералах СССР. – М.: Наука, 1979. – Вып. 28. – С. 3–33.

4. Зырянова Л.А., Борозновская Н.Н., Небера Т.С., Агапова Е.Д. Исследование состава и люминесценции хризопраза // Геммология: сборник статей. – Томск, 2015. – С. 80–86.
5. Лютоев В.П. Структура и спектроскопия халцедона. – Екатеринбург: УрО РАН, 2004. – 116 с.
6. Плюснина И.И. Исследование структурной неупорядоченности халцедонов методом инфракрасной спектроскопии // ДАН СССР. – 1978. – Т. 240. – № 4. – С. 839–842.
7. Ramasamy V., Suresh G. Mineral Characterization and Crystalline Nature of Quartz in Ponnaiyar River Sediments, Tamilnadu, India//American-Eurasian Journal of Scientific Research. – 2009. – V. 4 (2). – P. 103–107.
8. Murata K.J., Norman II M.B. An index of crystallinity for quartz //American Journal of Science. – 1976. – V. 276. – P. 1120–1130.

## ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ УРОЧИЩА ОЗЕРА ПЕСЧАНОЕ УСТЬЕВОЙ ЧАСТИ Р. ЗЕЯ

Е.С. Водина

Научные руководители доцент Д.В. Юсупов, доцент А.М. Межибор

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет г. Томск, Россия*

Впервые изучены геохимические особенности отложений озера Песчаное с целью реконструкции условий осадконакопления. Урочище оз. Песчаное находится в приустьевой правобережной части долины р. Зeya (в 17 км от устья), дренирующей самую крупную Зейско-Буреинскую равнину Дальнего Востока и сложено в основном рыхлыми отложениями *сазанковской* и *белогорской свит* неоген-четвертичного возраста [2].

Отличительной особенностью этого района является сильно развитая оползневая активность, которая привела к образованию холмисто-грядового рельефа (рис. 1, А) [3]. В результате схода трех древних оползней сформировалось уникальное урочище с тремя параллельно ориентированными грядами и размещенными между ними котловинами, в одной из которых образовалось оз. Песчаное (рис. 1, Б).

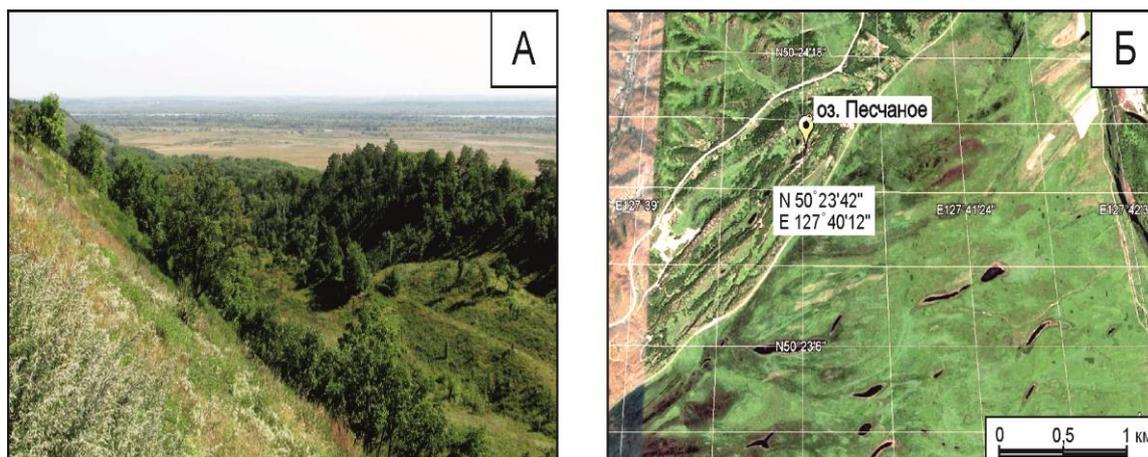


Рис. 1 Гряды древнего оползня в урочище оз. «Песчаное» (А), фрагмент космоснимка долины р. Зeya (Б)

В настоящее время площадь оз. Песчаное составляет 850 м<sup>2</sup>, максимальная глубина – 5,7 м, а средняя – 2,5 м и объем – 2 100 м<sup>3</sup>, также отмечается общее иссушение северо-восточной и западной окраин озера [4–6].

Пробоотбор отложений урочища выполнен в прибрежной части оз. Песчаное с помощью торфоразведочного бура ТБГ-1 с диаметром керноприемной камеры пробоотборника 2,4 см, с интервалом отбора проб 5 см (верхний метровый слой) и 10 см (нижние горизонты). Глубина скважины равна 7,5 м.

Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS) выступает как основной метод данного исследования. Определение содержания элементов проведено в сертификационном испытательном центре Института проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов (ИПТМ) РАН (г. Черноголовка). Анализ элементов в пробах производили масс-спектральным и атомно-эмиссионным методами с индуктивно связанной плазмой. Для контроля качества анализа использовали стандартные образцы состава габбро СГД-1А (ГСО 521-84П) и СГД-2А (ГСО 8670-2005). Суммарная ошибка определения содержания элементов не превысила 30 %. Помимо количественного содержания элементов анализировались некоторые геохимические индексы, модули и отношения элементов [1]. Также применены такие методы, как:

- радиоуглеродное датирование для определения возраста (он составил 3770±130 лет с глубины 7 м). Эта дата относится к суббореальному периоду голоцена и может рассматриваться как время образования озера и приблизительная дата схода последнего оползня [3];

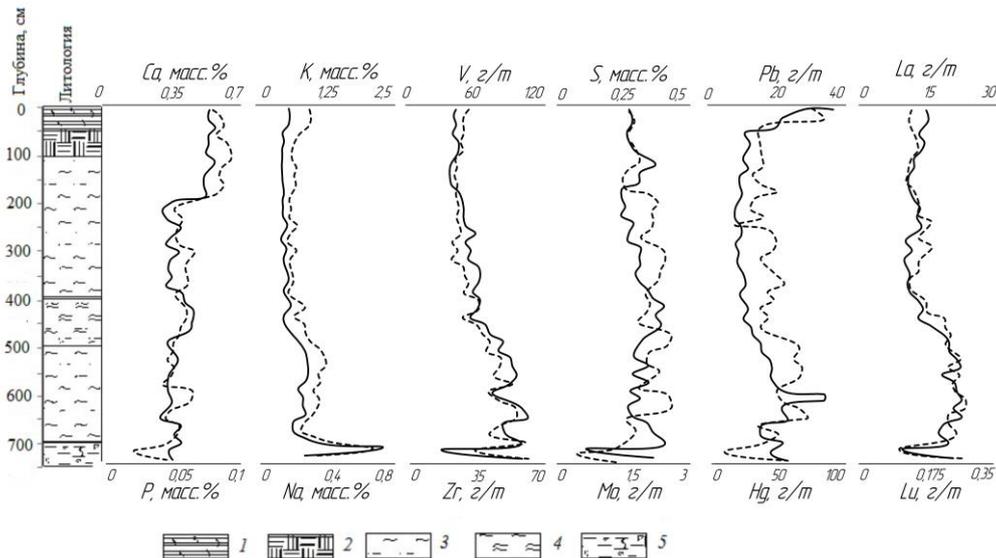
- прокаливание для определения зольности, которое позволило нам убедиться, что осадки сложены глинистыми и песчаными сапропелями. Стоит отметить, что в составе отложений преобладают (46,4...77,9 %) глинистые частицы размером < 50 мкм, алевритовая фракция составляет до 12,57 %, а содержание песчаной фракции варьирует по разрезу толщи от 40 до 49 %;

- палинологический анализ спор и пыльцы растений с нескольких глубин позволил детализировать обстановку осадконакопления. Установлено, что климатические показатели на протяжении всего периода накопления

органоминеральных осадков были близки к современным условиям, но менее резко континентальными, сопоставимыми с показателями Приморья [7].

С помощью данных, полученных методом ICP-MS, и совокупностью перечисленных выше методов удалось выделить 6 геохимических групп, в каждой из которых элементы распределяются схожим образом по всей толще в зависимости от факторов среды (рис. 2):

- преимущественно биофильные (Ca, P) – отличаются повышенным содержанием на верхнем интервале 50...200 см, и равномерным распределением на отрезке 200...750 см;
- литофильные элементы (Na, K, Rb, Sr, Ba, Tl) с максимальным содержанием в интервале 730...740 см;
- литофильные элементы (Li, V, Ga, Zr), концентрация которых плавно увеличивается с глубиной;



**Рис. 2** Распределение содержаний отдельных элементов геохимических групп по разрезу залежи. Условные обозначения: сплошной линией обозначен элемент, который находится в верхней части графика, а пунктирной – в нижней. Литологическая колонка: 1 – темно-бурый обводненный пелитовый сапропель (0...50 см); 2 – буро-оливковый пелитовый сапропель (50...100 см); 3 – сапропель кремнеземистый (100...400 и 500...700 см); 4 – буро-оливковый грубо-пелитовый сапропель (400...500 см); 5 – сильно минерализованные отложения (700...750 см)

– преимущественно халькофильные элементы (S, Se, Mo, Zn, As, Cu), являющиеся индикаторами смены окислительно-восстановительной обстановки на отметках 230 и 430 см;

– техногенные элементы (Cd, Sn, Sb, Hg, Pb, Bi) с максимальной концентрацией в верхнем горизонте;

– редкоземельные элементы (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) как наиболее информативные среди элементов-примесей для изучения геохимических процессов в осадочной петрологии.

Таким образом, изучив макро- и микроэлементный состав органоминеральных отложений урочища озера Песчаное в комплексе с другими методами можно получить важную геологическую, палеогеографическую и палеоклиматическую информацию, позволяющую проследить изменения природной среды в позднем голоцене на юге Дальнего Востока для понимания взаимосвязи между геохимическим составом отложений озер, бассейном водосбора и окружающей средой.

Автор благодарит за помощь в выполнении аналитических работ к.х.н. В.К. Карандашева (ИПТМ РАН), д.г.-м.н., проф. Т.В. Кезину (АмГУ), к.х.н В.И. Радомскую, к.г.-м.н. С.М. Радомского и к.б.н. Л.М. Павлову (ИГиП ДВО РАН). Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (грант № 12-05-31523).

#### Литература

1. Интерпретация геохимических данных: Учеб. пособие / Под ред. Б.В. Склярова. – М: Интермет Инжиниринг, 2001. – 288 с.
2. Клименко В.В., Климанов В.А., Кожаринов А.В. Динамика растительности и климата Амуро-Зейского междуречья в голоцене и прогноз их естественных изменений // Известия АН Серия Географическая. – 2000. – № 2. – С. 42–50.
3. Трутнева Н.В., Елманова В.С., Юсупов Д.В., Скрипникова М.И., Кезина Т.В. Оползни и их проявление на территории Амурской области // Вестник Амурского государственного университета. Серия: Естественные и экономические науки, 2011. – № 55. – С. 86–96.
4. Филатов А. Г., Онищук В. С., Алексеев И. А. Особенности природных систем грядово-оползневой рельефа юга Амуро-Зейской равнины // Учёные записки БГПУ. – Т. 19. – Вып. 1. Естественные науки. – Благовещенск, 2001. – С. 126–142.
5. Филатов А.Г. Геоморфологическая характеристика урочища «озеро Песчаного» // География Амурской области на рубеже веков: проблемы и перспективы. Тезисы докладов областной научно-практ.конф. – Благовещенск: БГПУ, 1998. – С. 31–34.
6. Филатов А.Г. О современном состоянии природных комплексов урочища озера Песчаного // Тезисы докладов итоговой научно-практ. конф. преподавателей и студентов: В 2 ч. – Ч. 2. – Благовещенск: БГПУ, 1998. – 134 с.
7. Yu Shao-Hua, Zheng Zhuo, Kershaw P., Skrypnikova M., Huang Kang-You. A late Holocene record of vegetation and fire from the Amur Basin, far-eastern Russia // Quaternary International, 2017. – Vol. 432. – Part A. – P. 79–92.

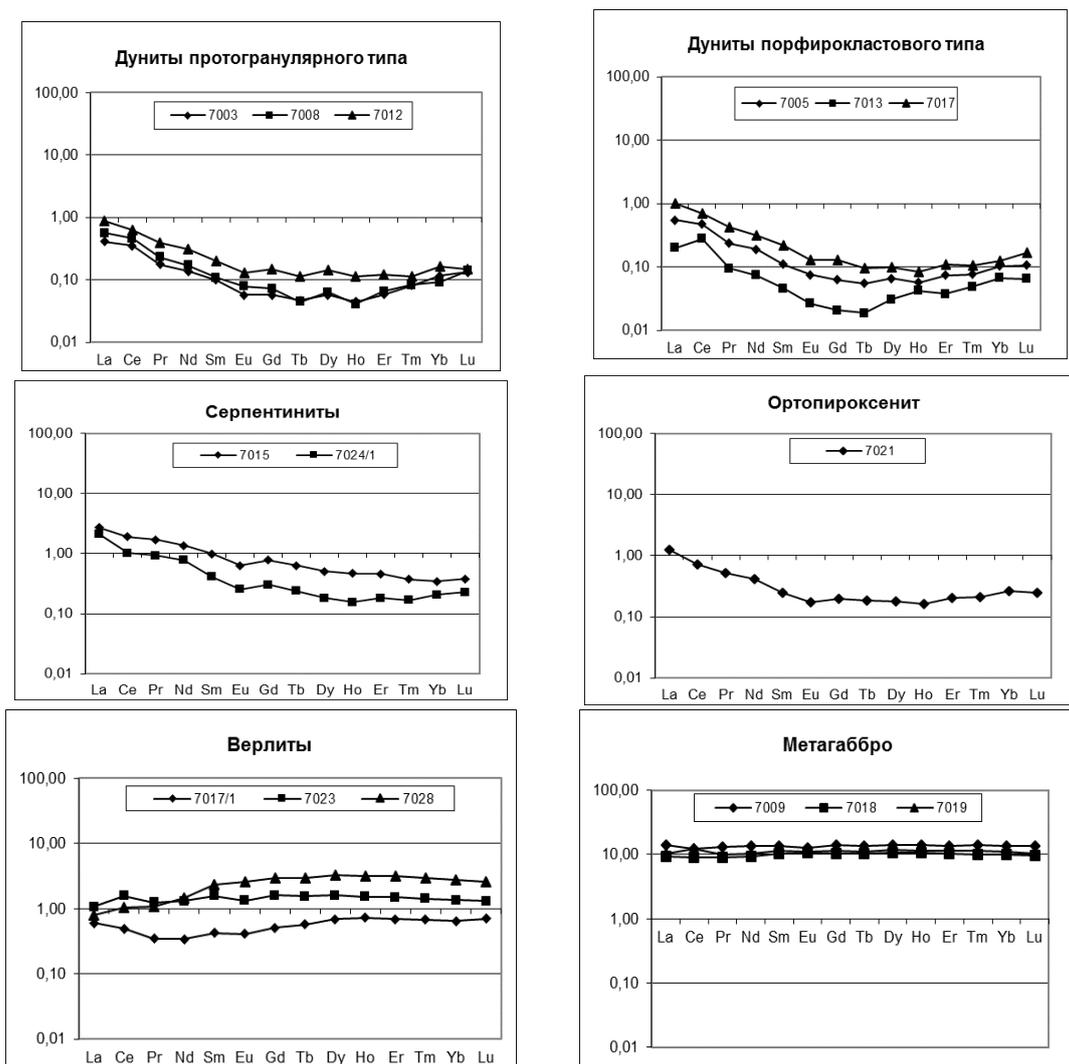
**ПЕТРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УЛЬТРАМАФИТОВ  
КЫЗЫР-БУРЛЮКСКОГО МАССИВА (ЗАПАДНЫЙ САЯН)**

**А.В. Воробьева**

Научный руководитель профессор А.И. Чернышов

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

Объектом изучения является Кызыр-Бурлюкский мафит-ультрамафитовый массив, который является фрагментом Куртушибинского офиолитового покрова в северо-восточной части Западного Саяна [3]. Массив представлен тектонической пластиной, вытянутой в северо-западном направлении, который окружен серпентинизированным меланжем. Целью настоящего исследования является выявление петрографической и геохимической неоднородности пород массива. Геохимические особенности пород выявлялись по результатам ICP-MS анализа, выполненного в Центре коллективного пользования «Аналитический центр геохимии природных систем» при Томском государственном университете. При выполнении работы использовались оригинальные образцы пород, которые были отобраны на массиве при выполнении хозяйственных исследований по заказу Красноярского научно-исследовательского института геологии и минерального сырья (КНИИГиМС).



*Рис. 1 Распределение редкоземельных элементов в дунитах, серпентинитах, ортопироксенитах, верлитах и габброидах, нормированных на хондрит [7]*

В исследуемом массиве широким распространением пользуются дуниты и серпентиниты. Ограниченным распространением в массиве пользуются ортопироксениты и габброиды. На контакте высокотемпературного реакционного воздействия габброидного расплава на дуниты образуются реакционные породы верлиты.

Геохимические особенности. Анализ распределения редкоземельных элементов в ультрамафитах и габброидах Кызыр-Бурлюкского массива позволил установить закономерности и эволюционную направленность изменения их содержаний в процессе становления массива и последующих метаморфических преобразований (рис. 1) [5].

В метаморфических ультрамафитах РЗЭ характеризуются близким характером распределения. Содержания редкоземельных элементов постепенно снижаются при переходе от легких к средним. Средние и тяжелые элементы обнаруживают примерно одинаковые характеры распределения и лишь в отдельных случаях наблюдается тенденция к увеличению концентрации тяжелых элементов. Пластические деформации слабо влияют на характер распределения, иногда в наиболее интенсивно деформированных породах отмечается тенденция к уменьшению содержания этих элементов – в них отчетливо наблюдается увеличение от средних элементов к тяжелым (обр. 7013).

В аподунитовых серпентинитах отмечается тенденция к увеличению содержания РЗЭ, однако характер распределения унаследован от исходных пород – дунитов.

В ортопироксенитах характер распределения аналогичен дунитам.

В верлитах, которые образовались в результате высокотемпературного реакционного воздействия габброидного расплава на дуниты, распределение РЗЭ становится другим – характерны их более высокие концентрации. На графиках можно проследить следующие варианты распределения: либо характер распределения РЗЭ наследуется от дунитов со слабым уменьшением содержания элементов от легких к средним с последующей тенденцией увеличения от средних к тяжелым, либо наблюдается ровный прямолинейный график с переменным содержанием РЗЭ, либо характер распределения обратный исходным дунитам – увеличение концентраций отмечается от легких к средним.

Резко отличается распределение РЗЭ в габброидах, для которых характерны более высокие концентрации по сравнению с дунитами и реакционными верлитами, и они имеют прямолинейный график распределения, в котором не наблюдается дифференциация между легкими, средними и тяжелыми элементами.

#### **Выводы**

Таким образом, проведенные геохимические исследования позволяют сделать вывод, что в метаморфических ультрамафитах распределение РЗЭ типично для ультрамафитов из офиолитовых комплексов, которые изучены другими исследователями [4]. Внедрившиеся позже габброиды отличаются высоким содержанием РЗЭ и характером их распределения. В результате реакционного воздействия габброидов на ультрамафиты образовались верлиты при вариации содержания клинопироксена, которые зависят от степени проявления этого процесса, что неоднократно отмечалось многими исследователями при изучении офиолитовых комплексов [1, 2]. В ходе такого воздействия меняется характер распределения РЗЭ. На начальных этапах клинопироксенитизации графики распределения РЗЭ в верлитах сохраняют исходную конфигурацию, характерную для дунитов, при этом происходит увеличение содержания РЗЭ. В результате интенсивной клинопироксенитизации происходит нарушение исходного характера распределения РЗЭ, отмечается увеличение их содержания от легких к средним, при равных концентрациях средних и тяжелых.

#### **Литература**

1. Велинский В.В. Альпинотипные гипербазиты переходных зон океан-континент. – Новосибирск: Наука, 1979. – 264 с.
2. Гончаренко А.И. Петроструктурная эволюция альпинотипных гипербазитов. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1989. – 398 с.
3. Добрецов Н.Л., Молдавцев Ю.Е., Казак А.П. и др. Петрология и метаморфизм древних офиолитов на примере Полярного Урала и Западного Саяна. – Новосибирск: Наука, 1977. – С. 223.
4. Леснов Ф.П. Редкоземельные элементы в ультрамафитовых и мафитовых породах и их минералах. Главные типы пород. Породообразующие минералы. – Кн. 1. – Новосибирск: Академ. Изд-во «Гео», 2007. – С. 403.
5. Чернышов А.И., Юричев А.Н. Петроструктурная эволюция ультрамафитов Калнинского хромитоносного массива в Западном Саяне // Геотектоника, 2013. – № 4. – С. 31-46.
6. Чернышов А.И., Юричев А.Н. Структурная эволюция дунитов и хромитов Харчерузского массива (Полярный Урал) // Геотектоника, 2016. – № 2. – С. 62-77.
7. Boynton W.V. Geochemistry of the rare earth elements: meteorite studies // Elsevier, 1984. – P. 63-114.

### **МИНЕРАЛОГИЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ СИЛИКАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ИХ АКТУАЛЬНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ**

**Э.Р. Гасанова, А.В. Мананков**

**Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия**

Силикатные материалы с нетрадиционным сочетанием свойств появились в середине XX века, обеспечив начало ракетной техники. Дальнейшая история показала, что они занимают все более важное место в материаловедении, особенно на фоне развития новой техники и возрастающих требований технологий. Так синтетический волластонит уже используется в более чем 30 композиционных материалах (резина для космоса, супербумага, асфальт, линолеум, многофункциональная керамика и т.п.). Значительно возросло использование синтетических силикатов, которые находят применение как в производстве бытовой, так и аэрокосмической техники.

Природа создавала запасы минералов в течение миллионов лет, а человек сегодня способен это делать за считанные часы. Синтетический алмаз позволил на порядок увеличить производительность труда целого ряда отраслей (добывающей, металлургической и др.). Разработка метода получения ситаллов (1957 г.) в результате направленной кристаллизации стекла оценена как одно из важнейших достижений XX в. и приравнивается к открытию способа получения стали. Эпоха космических исследований тоже немаловажна без достижений физической геохимии, технической минералогии и петрографии.

Учёными Томского государственного университета и Томского государственного архитектурно-строительного университета под руководством доктора геол.-мин. наук профессора Анатолия Васильевича Мананкова проводятся фундаментальные исследования в области стеклообразного состояния, получены новые знания по механизмам и кинетике фазовых превращений, на основе которых создан новый класс многофункциональных стеклокристаллических ситаллов (СКС) – «СИКАМОВ» (свидетельство № 92355 [3]; патенты 847648; 968971; 1176564; 1552569; 1586082; 1705250; 1705741 и др.).

**Исходное сырье, составы СКС и аналитические методы изучения.** Наиболее ответственными, фундаментальными элементами технологии получения синтетических каменных материалов с заданными свойствами являются выбор оптимального исходного химического, минерального состава и режимов термообработки. В системе  $\text{CaO-MgO-FeO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  нами получены волластонитовые и пироксеновые синтетические материалы, представленные в данной статье. Исходное сырье представлено многотоннажными отходами ряда промышленных предприятий Сибири, включая шлак завода Электроцентролит (г. Томск) и суглинками шести месторождений, известняками Каменского месторождения и кварцевым песком Кудровского месторождения Томской области. Используя метод корректировки, исходное сырье приводилась к отвечающим метасиликатам (по главным компонентам) химическому составу.

Основные фазовые превращения и ситаллизация при получении данных материалов осуществляются, как правило, при направленной кристаллизации стекол или расплавов. Поэтому представляет интерес изучение физико-химических и теплофизических свойств метасиликатных систем в широком температурном интервале. Методами дилатометрии, вискозиметрии, дифференциально-термического анализа нами изучены тепло- и температуропроводность, вязкость, коэффициенты термического расширения образцов исходных стекол. Анализ этих аналитических данных позволил выявить существенные термодинамические и кинетические зависимости, необходимые для оптимизации основных температурно-временных технологических параметров производства стеклокристаллических материалов.

**Реология и теплофизические свойства СКС.** Вязкость, кристаллизационная способность и другие технологические свойства метасиликатных расплавов определяются их структурой, которая оценивается, в свою очередь, химическим составом стекол. Для характеристики состава силикатных расплавов используются различные выражения коэффициентов кислотности – основности. Приведены различные коэффициенты, вычисленные исходя из химического состава исследованных образцов. Коэффициенты кислотности  $K_k$  изученных расплавов находятся в пределах 1,5...1,8. Это говорит о том, что данные расплавы наиболее пригодны в петруггии. Вязкость их при температуре 1450...1300° С составляет 40...50 пз. Л.Н. Шелудяковым предложен коэффициент структуры анионов КСА, который колеблется от 2,60 до 2,95 пз. Стекла с КСА 2,5 наиболее склонны к кристаллизации. Пироксеновый модуль, предложенный Б.Х. Ханом [4], характеризует степень соответствия пироксеновому составу. При  $M_{py} = 3$  получается мономинеральный пироксеновый материал. В петруггии используют расплавы, имеющие значение  $M_{py}=2,80...3,22$ . Кристаллизационная способность метасиликатных расплавов при повышении значений  $M_{py}$  в указанном интервале должна возрастать. Нами применен также метод бесструктурного термодинамического расчета показателей основности ( $\Delta Z_{от}$ ) А.А. Маракушева [2], при котором  $\Delta Z_{от}$  определяется как алгебраическая сумма приращений свободных энергий всех ионов, участвующих в системе.

Взаимосвязь между химическим составом, структурой и вязкостью силикатных расплавов и стекол имеет практический интерес. Вязкость расплавов и стекол определяли на вискозиметре конструкции ОРГРЭС [1] в графитовых тиглях в интервале температур до 1700° С. В интервале гомогенности расплавов (выше температуры кристаллизации) данные логарифмические кривые вязкости носят линейный характер, что позволяет использовать значения тангенсов углов наклона прямых по уравнению Френкеля-Андрэде:

$$\text{Lg}\eta = \frac{\text{lg}A - E_{\eta}}{4,515T},$$

где  $E_{\eta}$  – энергия активации вязкого течения.

С понижением температуры ниже предела гомогенности расплавов начинается стадия кристаллизации. Энергия активации этого процесса увеличивается. Основное различие по составу между волластонитовыми и пироксеновыми образцами по содержанию окислов Са и Mg. За счет тривиальной полимерной цепочечной структуры при достаточно высоком содержании MgO и установленной авторами метастабильной субликвидусной ликвации в пироксеновых системах температура кристаллизации этих СКС заметно ниже, чем у волластонитовых СКС.

**Перспективы применения.** Масштабы применения СКС в нашей стране не имеют границ. Первоочередные перспективные сферы масштабного применения СКС (с учетом мирового опыта): 1) автомобильные сборно-разборные дороги промышленного, военного и гражданского назначения из петроситалла в свайно-эстакадном исполнении, в первую очередь для районов Крайнего Севера; 2) железные дороги, включая высокоскоростные магистрали ВСМ, в инновационном безбалластно-свайно-плитном исполнении; 3) производство петроситалловых подшипников скольжения с более высокими триботехническими показателями и низкой себестоимостью для шахт и т.д.; 4) взлетно-посадочные полосы полярных аэродромов и военных авиабаз в Арктике; 5) подводные купола из петроситалла для сбора метана в местах интенсивного выброса на шельфе; 6) трубопроводы с износостойкой петроситалловой футеровкой с опорой на винтовые криосваи с возможностью более экономичного подогрева труб тепловым насосом; 7) подводные стартовые шахтные комплексы из ситалловых цилиндрических и сферических тубингов; 8) петроситалловые композитные броневые плиты для монтажа на бронетанковую технику. При большей ударной прочности композитный петроситалл в три раза легче и в сорок раз дешевле броневой легированной стали; 9) фундаменты и основания зданий и сооружений промышленного и гражданского исполнения

на винтовых криосваях и системой геотермального отопления на тепловых насосах для Крайнего Севера; 10) производство геомодификаторов трения нового поколения на основе синтетического волластонита для безразборного ремонта и восстановления трибузлов в машинах и механизмах; 11) тепло- и звукоизоляционные ограждающие конструкции зданий и сооружений промышленного и гражданского исполнения из пеносикама, превосходящего кирпич, пенобетон, сэндвич-панели и другие виды стеновых материалов по тепловым, прочностным и другим технико-экономическим показателям и, в том числе, по главному критерию – низкой себестоимости; 12) грузовые и нефтегазовые морские терминалы, порты и пирсы на арктическом побережье; 13) искусственные острова и кусты бурения на болотах, озерах и мелководном шельфе с заморозкой основания промплощадок криосваями; 14) глубоководные кессонные буровые станции (типа «подводный колокол»), смонтированные из ситалловых сферических фуллеровых тубингов.

У нас есть заводские результаты по применению разработанных материалов. Например, испытания нашего волластонита на ООО «Томкабель» электроизоляционных кабелей, работающих при температурах космического холода как при нормальной температуре. Проведены испытания по повышению прочности и долговечности в 3...5 раз шин, полиэтилена, пластмасс при модифицировании игольчатым нановолластонитом, по созданию более прочных линолеума, керамики, кирпича и т.п.

#### Выводы

В системе  $\text{CaO-MgO-FeO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  разработано 19 составов нового класса стеклокристаллических материалов–сикамов.

Исходное сырье – отходы ряда промышленных предприятий и горные породы базитового состава, каолиниты и многочисленные месторождения суглинков по всей долине р. Обь.

Методами дилатометрии, вискозиметрии, дифференциально-термического анализа изучены тепло- и температуропроводность, вязкость, коэффициенты термического расширения, интервалы температур кристаллизации.

Колебания исходного химического и минерального состава проявляются в энергиях активации вязкого течения, немоной зависимости скорости кристаллизации от температуры. Все эти различия могут быть объяснены различной степенью гомогенности расплава, наличием в нем реликтовых структурных мотивов, а также зависимостью скорости кристаллизации от степени неоднородности термомеханических напряжений.

Выявленные особенности физико-химических и теплофизических свойств расплавов и стекол в системе  $\text{CaO-MgO-FeO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  позволяют наиболее эффективно оптимизировать технологические параметры синтеза стеклокристаллических метасиликатных материалов пироксенового и волластонитового состава с заданным химическим составом и с требуемыми эксплуатационными свойствами.

Результаты исследований послужили основой для разработки и реализации инновационных экономически эффективных и экологически целесообразных промышленных технологий СКС.

#### Литература

1. Мананков А.В., Шарапов В.Н. Кинетика фазовых переходов в базитовых расплавах и магмах. – Новосибирск: «Наука» Сибирское отделение, 1985. – 175 с.
2. Маракушев А.А. Метод термодинамического расчета показателей основности горных пород и минералов // Бюл. Моск. Общества испытателей природы. Отдел геологии, 1976. – Т. 1 – С. 5–25.
3. Свидетельство № 92355 на товарный знак на новый 19 класс - камни искусственные, строительные. Заявка № 118592. Приоритет товарного знака 07.02.1990 г.
4. Хан Б.Х. Затвердевание и кристаллизация каменного литья. – Киев: НД, 1969. – 180 с.

## ПЕТРОЛОГИЯ И ГЕОХИМИЯ ПОРОД ПОДВОДНОЙ ГОРЫ ХАХАДЖИМА (ИДЗУ-БОНИН-МАРИАНСКАЯ СИСТЕМА ДУГА-ЖЕЛОБ)

А.Н. Голич

Научный руководитель главный научный сотрудник С.В. Высоцкий  
*Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток, Россия*

По классификации И. Дилека и Г. Фернса [3] надсубдукционные офиолиты образуются в спрединговых обстановках над зонами субдукции. Современным примером такой тектонической обстановки является Идзу-Бонин-Марианская система дуга-впадина [5]. Офиолиты здесь слагают западный склон впадины [1] и образуют многочисленные серпентинитовые подводные горы вдоль оси желоба [7]. Если примеры залегания офиолитов на одном из склонов впадины можно привести достаточно легко (например, желоб Тонга), то разбросанные на расстоянии 50...120 км от оси впадины многочисленные серпентинитовые подводные горы являются уникальными для Идзу-Бонин-Марианской системы дуга-впадина. Подводная гора Хахаджима единственная прямоугольная по форме и одна из самых больших и наиболее близких к оси желоба серпентинитовых гор.

Подводная гора Хахаджима располагается в ~ 40 км к западу от зоны перехода между Идзу-Бонинской и Марианской впадинами, на востоке граничит с плато Огасавара, а на западе – с одноименным хребтом. Она образует плоское, прямоугольное плато, вытянутое в направлении с северо-запада на юго-восток, размером приблизительно 60×30 км, и находится на глубине около 1100 м. Следует также отметить, что Идзу-Бонин-Марианский желоб в данной области наименее глубокий (~ 4000 м) и обширное плато Огасавара, находящееся на Тихоокеанской плите, в настоящее время погружается в этом месте.

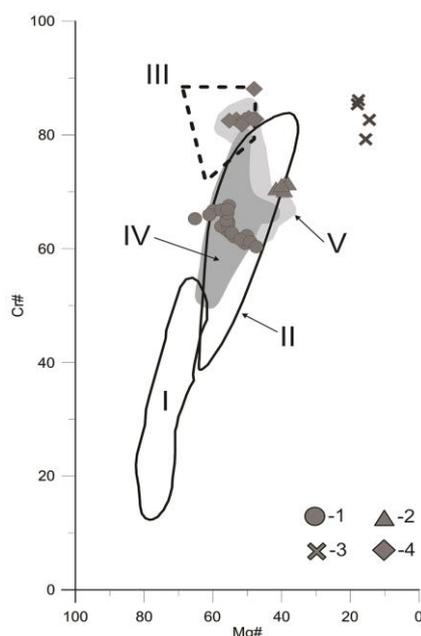
В данной работе были использованы образцы, полученные при выполнении в 2003 году рейса НИС токийского университета «Nakuho-Maru» КН03-3 в Филиппинском море. В ходе рейса были осуществлены четыре попытки драгирования в северной, средней (центральной) и южной частях подводной горы Хахаджима. Для каждого исследуемого

участка было поднято по несколько сотен образцов пород. Нами были получены образцы из северной и центральной частей подводной горы. На основе данного материала была отобрана коллекция из 10 представительных образцов, включающая серпентинизированные лерцолиты, дуниты, ортопироксениты, габброиды, базальты, бониниты и андезиты.

Существуют две основные гипотезы формирования подводной горы: 1) она образовалась как часть древней островной дуги и как самостоятельный тектонический блок движется на юго-запад [4]; 2) гора образовалась как часть плато Огасавара и затем была отделена от него несколькими разломами [6, 9]. Одной из целей данной работы является выяснение геодинамической обстановки формирования подводной горы Хахаджима.

Серпентинизированные лерцолиты представляют собой массивные мелко-среднезернистые зеленовато-коричневые разности. Основная масса породы представлена серпентином, по которой, в свою очередь, развиваются мелкие прожилки (до 1 см) более позднего серпентина. Волокна этого серпентина ориентированы перпендикулярно стенкам трещин, что может указывать на его принадлежность к хризотил-асбесту. Из первичных минералов сохранились только порфирокласты ромбического пироксена, а также ксеноморфные зерна хромшпинели. На диаграмме Mg#/Cr# фигуративные точки хромшпинелей из лерцолитов практически полностью располагаются в поле надсубдукционных перидотитов Идзу-Бонин-Марианского желоба (рис.). Пироксен представлен в основном диопсидом (f~6-7). Количество реликтов первичных минералов в породе не превышает 30%. В качестве аксессуарных минералов присутствуют гидрогранат и магнетит.

Дуниты представляют собой массивные породы зеленовато-серого цвета с мелкими (1...4 мм) прожилками вторичного серпентина. Серпентин составляет также основную массу породы, однако, по химическому составу прожилки от основной массы отличаются незначительно. В основной массе также присутствуют реликты хромшпинелидов с характерной структурой распада. По графику соотношений Mg#/Cr# фигуративные точки хромшпинелей из дунитов в основном соответствуют полю надсубдукционных перидотитов Идзу-Бонин-Марианского желоба (рис.). Из вторичных минералов в породе также присутствует магнетит.



**Рис. 1** Соотношение  $Mg\# (Mg/[Mg + Fe^{2+}])/Cr\# (Cr/[Cr + Al])$  в шпинелях из пород подводной горы Хахаджима. Поля: I – абиссальные перидотиты [2], II – надсубдукционные перидотиты [10], III – бониниты [2], IV – поле шпинелей из южной части горы Хахаджима [8], V – поле шпинелей из перидотитов горы Хахаджима [9].  
Условные обозначения: 1 – серпентинизированные лерцолиты, 2 – дуниты, 3 – ортопироксениты, 4 – бониниты

Ортопироксениты представлены массивными, трещиноватыми зеленовато-коричневыми разностями с яркими следами ожелезнения по трещинам. Порода выполнена энстатитом (En86, Fs13, Wo1) с мелкими включениями ромбического пироксена, по составу соответствующего диопсиду (f~9-10; En48, Fs5, Wo46). При этом в некоторых случаях моноклинный пироксен замещается вторичным амфиболом (тремолитом). В породе присутствуют мелкие зерна железистого хромита (f~85) и на диаграмме Mg#/Cr# их фигуративные точки занимают характерное для магнетитов положение, а также не соответствуют ни одной из выделенных областей (рис. 1).

Габброиды подводной горы Хахаджима обладают порфировой структурой. В основной массе лейсты плагиоклаза прорастают зерна пироксена. В крупных зернах ортопироксена проявляются зерна клинопироксена, иногда округлой формы, на которых заметны полосы срыва. В некоторых случаях зерна ортопироксена обрастают каймой авгита. Клино- и ортопироксены характеризуются постоянством состава и представлены авгитом (En46, Fs11, Wo42) и энстатитом (En72, Fs24, Wo3) соответственно. Плагиоклазы, в свою очередь, меняют состав от образца к образцу. Из рудных минералов следует отметить ильменит, сфен, магнетит. В некоторых образцах также встречаются гранат и апатит.

Бониниты и андезиты были драгированы в основном в центральной части подводной горы Хахаджима. Бониниты представлены массивными порфировыми разностями темного зеленовато-коричневого цвета. В основной стекловатой массе развиты зональные зерна ортопироксена, которые обрастают каймой клинопироксена. Клинопироксен

также развит в виде отдельных вытянутых зерен со следами вторичных изменений. Вследствие этого и состав клинопироксена сильно варьируется в пределах одного образца. Состав ортопироксена в свою очередь соответствует энстатиту (En83, Fs13, Wo4). Шпинель из бонинитов более хромистая по сравнению с другими породами комплекса. Это может быть связано с тем, что бониниты изначально выплавлялись из более хромистого расплава. Фигуративные точки этих хромшпинелей на диаграмме Mg#/Cr# практически полностью соответствуют полю бонинитов (рис. 1).

По концентрации REE перидотиты и ортопироксениты подводной горы Хахаджима расположены ниже уровня хондрита. Перидотиты деплетированы средними и тяжелыми редкоземельными элементами. Такое поведение REE может указывать на повторное высокотемпературное плавление пород. Бониниты подводной горы Хахаджима образуют собственное поле с распределением редких земель практически параллельно уровню хондрита. По графику распределения микроэлементов в перидотитах и ортопироксенитах подводной горы Хахаджима заметно деплетирование легких элементов по отношению к более тяжелым. Обращает на себя внимание наличие в изученных образцах Nb-Ta минимума, характерного для островодужных вулканитов.

Таким образом, по соотношению Mg#/Cr# для изученных лерцолитов и дунитов характерны признаки надсубдукционных перидотитов Идзу-Бонин-Марианского желоба. Полученные данные соответствуют материалу предыдущих исследователей. Фигуративные точки хромшпинелей для изученных пород практически полностью совпадают с полями шпинелей для горы Хахаджима, выделенными предыдущими авторами (рис.). В совокупности с распределением редкоземельных и микроэлементов это может указывать на надсубдукционную природу перидотитов подводной горы Хахаджима.

#### Литература

1. Bloomer, S.H., and Hawkins, J.W. Gabbroic and ultramafic rocks from the Mariana Trench: an island arc ophiolite. In Hayes D.E. (Ed.), *The Tectonic and Geologic Evolution of Southeast Asian Seas and Islands (Pt. 2)*. Am. Geophys. Union, Geophys. Monogr. – 1983. – P. 294–317.
2. Dick H.J.B., Bullen T. Chromian spinel as a petrogenetic indicator in abyssal and alpine type peridotites and spatially associated lavas // *Contrib. Mineral. Petrol.* – 1984. – V. 86. – P. 54–76.
3. Dilek Y., Furnes H. Ophiolite genesis and global tectonics: Geochemical and tectonic fingerprinting of ancient oceanic lithosphere // *Geological Society of America Bulletin.* – 2011. – V. 123. – № 3/4. – P. 387–411.
4. Fujioka K., Tokunaga W., Yokose H., Kasahara J., Sato T., Miura R. Ishii T. Hahajima Seamount: An enigmatic tectonic block at the junction between the Izu-Bonin and Mariana Trenches // *Island Arc.* – 2005. – V. 14. – P. 616–622.
5. Hawkins J.W., *Geology of supra-subduction zones - Implications for the origin of ophiolites*, in Dilek, Y., and Newcomb, S., eds., *Ophiolite Concept and the Evolution of Geological Thought: Geological Society of America Special.* – 2003. – P. 227–268.
6. Ishii T. Dredged samples from the Ogasawara fore-arc seamount or 'Ogasawara Paleoland' – 'fore-arc ophiolite'. In Nasu N. (ed.), *Formation of Active Ocean Margins*. Terra Scientific Publishing Company, Tokyo. – 1985. – P. 307–342.
7. Ishii T., Robinson P.T., Maekawa H., Fiske R. Petrological studies of peridotites from diapiric serpentinite seamounts in the Izu-Ogasawara-Mariana forearc, Leg 125 // *Proc. ODP. Sci. Results.* – 1992. – V. 125. – P. 445–485.
8. Ishii T., Sato H., Haraguchi S. et al., 2000. Petrological characteristics of peridotites from serpentinite seamounts in the Izu-Ogasawara-Mariana forearc // *Journal of Geography (Tokyo)* 109, 517–30 (in Japanese with English abstract).
9. Ishiwatari A., Y. Yanagida, Y.B. Li, T. Ishii, S. Haraguchi, et al., 2006 Dredge petrology of the boninite- and adakite-bearing Hahajima Seamount of the Ogasawara (Bonin) forearc: An ophiolite or a serpentinite seamount? *The Island Arc.* – V 15. – P.102–118.
10. Parkinson I.J., Pearce J.A. Peridotites from the Izu-Bonin-Mariana Forearc (ODP Leg 125): Evidence for mantle melting and melt-mantle interaction in a supra-subduction zone setting // *J. Petrol.*, 39. – 1998. – P. 1577–1618.

### ТИПОМОРФИЗМ ОПАЛОВ МИРНИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Н.Е. Горских, Ю.А. Абзаев, А.В. Мананков

*Национальный исследовательский Томский государственный университет,  
Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия*

**Введение.** Опал как драгоценный минерал известен с самых древних времен. Известно изделие из опала, возраст которого датируется 4000 годами до нашей эры. Оно найдено в Кении, куда, скорее всего, попало из Эфиопии. Название «опал» произошло от греческого «Opallios», латинского «Opalus», что в обоих вариантах означает «смотри игру цветов». Также в санскрите «Upals» означает «драгоценный камень».

Древние римляне первыми организовали масштабную торговлю опалами, удовлетворяя страсть богатых и влиятельных людей к более редким чем бриллианты и жемчуг драгоценным камням, включая благородные опалы (БО) со специфической «игрой цветов», что порождало особые мифы, легенды и мечты. У греков считалось, что опал дает силу предсказания будущего. В Римской империи он был символом чистоты, здоровья и надежды. Сохранилась легенда о том, что император Марк Антоний за опал размером с миндаль для своей Клеопатры готов был отдать треть империи.

В структурной минералогии опал представляет собой скрытокристаллический полигидрат оксида кремния  $\text{SiO}_2 \times \text{H}_2\text{O}$  с переменным содержанием молекул воды (от 1 до 34, обычно 3...13 мас. %). Происхождение гидротермальное, связанное с вулканической деятельностью, а также широко распространен в пропилитах и других корях выветривания. На долю БО гидротермального (эндогенного) генезиса приходится 5 % мировой добычи, на долю месторождений кор выветривания – 95 %. На территории Мирнинского месторождения представлены оба генетических типа опала.

Существующие представления о происхождении благородных опалов основаны, главным образом, на изучении опалов Австралийских месторождений в древних корках выветривания. Однако многие аспекты образования опалов в эффузивах остаются невыясненными.

**Целью исследования** является выявление структурных особенностей и физико-химических свойств опалов различного цвета и прозрачности, необходимых для моделирования метасоматических процессов на контакте вулканических базитового состава с вмещающими углито-глинистыми сланцами и песчаниками лагерносадской свиты нижнекаменноугольного возраста при образовании многочисленных жил опала мощностью от 5 до 45 см [2].

Самое важное свойство опала – это способность излучать последовательно различные лучи под действием солнечного света и создавать разнообразную игру цветов. С помощью электронной микроскопии и золь-гельной химии установлено, что уникальную опалесценцию придает своеобразная внутренняя структура – упорядоченное сочетание мелких шарообразных наноглобул [1]. Все плотные и стекловатые опалы по степени сочетания наноглобул делятся на три группы [4]:

- опалы с упорядоченной структурой (опал С), сложены наноглобулами низкотемпературного  $\alpha$ -кристобалита с незначительной долей тридимита (все благородные опалы);
- опалы с разупорядоченной структурой (опал СТ), сложены неупорядоченным низкотемпературным  $\alpha$ -кристобалитом и низкотемпературным  $\alpha$ -тридимитом (все обыкновенные опалы);
- опалы с разупорядоченной структурой (опал А), сложены сильно неупорядоченным, почти аморфным кремнеземом (опал-гиалит).

В группе опал-С преобладают опалы генетически и геодинамически связанные с лавовыми потоками, дайками и представленными сериями жил в ассоциации с кварцевыми жилами. К группе СТ принадлежат многие разновидности обыкновенного опала.

**Методика эксперимента и имитационного моделирования решетки опалов.** Рентгеноструктурные исследования минералов проводились на ДРОН 4-07, который был модифицирован к цифровой обработке сигнала. Съемки производились на медном излучении (Ка) по схеме Брегга-Бретано с шагом 0.020, временем экспозиции в точке 1 сек, в угловом диапазоне 170...920. Напряжение на рентгеновской трубке составляло 30 кВ, а ток пучка 25 мА. Количественный фазовый анализ (КФА) минералов 5 состояний проводился на основе метода Ритвельда. В методе Ритвельда оценивается вклад интенсивностей отдельных решеток минералов в интегральную интенсивность нелинейным методом наименьших квадратов разности интегральных и экспериментальных интенсивностей рентгеновского излучения в зависимости от вариации профильных, структурных параметров решеток фаз. На дифрактограммах указаны экспериментальная, теоретическая интенсивности отраженного рентгеновского излучения, а также их разность в зависимости от угла отражения, а также интенсивности фаз Tridymite и Cristabolite.

Теоретическая интегральная интенсивность рассчитывается на основе суперпозиции вкладов интенсивностей отдельных фаз после полнопрофильного уточнения структурных, профильных, инструментальных параметров. Полученные дифрактограммы свидетельствуют о хорошей аппроксимации теоретическими интенсивностями экспериментальных интенсивностей минералов № 11, № 14, № 15, № 16, № 17. Количественная оценка разности оценивалась с помощью критерия схожести, которые приведены в таблице 2, и которые оказались примерно равны  $R_{wp} = \sim 5\%$ . Критерии согласия количественно оценивают относительную разность теоретической и экспериментальной дифрактограмм. Значения критериев свидетельствует о высокой степени совпадения суперпозиции интенсивностей фаз Tridymite, и Cristabolite с экспериментальными дифрактограммами.

Качественный фазовый анализ позволил установить, что в исследуемых минералах присутствуют фазы Tridymite, и Cristabolite, номера карточек которых в кристаллографической базе COD приведены в таблице 1. Здесь же указаны структурные параметры решеток. Полная структурная информация о Tridymite, и Cristabolite позволяет оценить количественное содержание фаз в минералах. В таблице 2 приведены доли фаз Tridymite, и Cristabolite в исследуемых минералах. КФА показал, что вклад интенсивности от фазы Cristabolite оказывается доминирующим (свыше 88 %, табл.2), а фазы Tridymite составляет около 3...9 %. Суммарный вклад фаз SiO<sub>2</sub> и b-SiO<sub>2</sub> является определяющим (свыше 97 %). Эта особенность отличает опалы Томского района от других, например, опалов месторождения Радужное на Дальнем Востоке, сформировавшихся в похожих геологических и физико-химических условиях, но в качестве кристаллической фазы кремнезема содержат исключительно тридимит [3].

Таблица 1

Структурные параметры эталонов Cristabolite и Tridymite

Номер карточки	Минерал	a (нм)	b (нм)	c (нм)	$\alpha$ (град.)	$\beta$ (град.)	$\gamma$ (град.)	Простр. группа
96-101-0922	SiO <sub>2</sub>	0.7160	0.7160	0.7160	90.00	90.00	90.00	P213 Cubic
96-900-5271	SiO <sub>2</sub>	0.5007	0.86004	0.82169	90.00	91.512	90.00	C1C1 Monoclinic

Фазы Tridymite, и Cristabolite оказываются основными составляющими исследуемых минералов. Полная идентификация структурного состояния фаз Tridymite, и Cristabolite включает в себя не только уточненные структурные параметры решеток (табл. 2), но также данные об относительных координатах атомов в решетках. Координаты атомов не приводятся из-за большого объема данных.

Таблица 2

Структурные параметры решеток *Cristabolite*, *Tridymite*, доля фаз

Номер обр.	Минерал	a (нм)	b (нм)	c (нм)	$\alpha$ (град.)	$\beta$ (град.)	$\gamma$ (град.)	R <sub>wp</sub> , %	Доля фаз, %
11-медовый	<i>Cristabolite</i>	0.65905	0.65905	0.65905	90.00	90.00	90.00	4.61	93.87
	<i>Tridymite</i>	0.50369	0.88113	0.84699	90.00	100.97	90.00		3.62
14-коричневый	<i>Cristabolite</i>	0.68709	0.68709	0.68709	90.00	90.00	90.00	4.25	94.50
	<i>Tridymite</i>	0.50403	0.88238	0.85136	90.00	100.05	90.00		2.56
15-прозрач. бесцветный	<i>Cristabolite</i>	0.69508	0.69508	0.69508	90.00	90.00	90.00	5.18	92.16
	<i>Tridymite</i>	0.51014	0.87062	0.84194	90.00	100.53	90.00		5.43
16-полупрозрач., молочный	<i>Cristabolite</i>	0.70429	0.70429	0.70429	90.00	90.00	90.00	5.57	89.45
	<i>Tridymite</i>	0.51044	0.87068	0.84136	90.00	100.57	90.00		8.11
17-кахолонг	<i>Cristabolite</i>	0.70151	0.70151	0.70151	90.00	90.00	90.00	5.5	88.81
	<i>Tridymite</i>	0.51025	0.87020	0.83950	90.00	101.11	90.00		8.99

Более тонкая информация о типоморфных свойствах получена авторами с помощью методов ДТА, ИКС, микронзондового и спектрального анализов, а также по результатам изучения микротвердости. Системный анализ этих аналитических результатов, надеемся, позволит раскрыть новые данные о природе окраски, степени опалесценции и перспективах опалоносности месторождения и региона в целом.

#### Выводы

В БО преобладает цветовая игра нежных тонов, а в обычных разностях также наблюдается даже не слабый перламутровый блеск или опалесценция.

Опаловая минерализация связана с процессами пропилитизации вмещающих метаморфитов и вулканитов основного состава. Типичная ассоциация вторичных минералов содержит вторичный опал.

Исследованы физические, химические, оптические свойства опалов месторождения. Всюду преобладает кристаболит над тридимитом. Печеночные опалы содержат максимум тонкодисперсного гидрогетита (> 1 %) и минимальную микротвердость (311...329 кг/мм<sup>2</sup>).

#### Литература

1. Денискина Н.Д., Калинин Д.В., Казанцева Л.К. Благородные опалы. – Новосибирск: Наука СО РАН, 1987. – 183 с.
2. Мананков А.В., Григорьев Ю.Г., Бирюков В.Г. Месторождение опала в Томской области / Вопросы геологии Сибири. Вып. 1 – Томск: ТГУ, 1992. – С.144–148.
3. Тишкина В.Б. Генезис благородного опала в вулканитах Северянской свиты: Приморский край. – Владивосток, 2006. – 148 с.
4. Jones J.B., Segnit E.R. The nature of opal. 1. Nomenclature and constituent phases // Journ. Soc. Austral. – 1971. – V. 6. – P. 301–315.

## МИНЕРАЛОГИЯ АНОМАЛЬНО ЛЮМИНЕСЦИРУЮЩИХ ПРОСЛОЕВ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО БАСЕЙНА

Е.С. Деева

Научный руководитель профессор С.И. Арбузов

Научный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Исследования баженовской свиты в породах Томской области (по керновому материалу) выявили наличие тонких глинистых прослоев с аномальным свечением в ультрафиолетовом свете мощностью от долей миллиметра до нескольких сантиметров. По результатам ранее выполненных автором работ природа свечения не была установлена, что обуславливает дальнейшее изучение выделенных прослоев с более детальным изучением вещественного состава и происхождения таких прослоев [1].

Задачами и методами исследований вещественного состава аномально люминесцирующих прослоев (АЛП) являлись углубленный анализ минерального состава по результатам рентгеновской дифрактометрии глинистой составляющей, ИК-спектроскопия.

Изучение люминесцирующих прослоев методом валового рентгенофазового анализа показало, что в минеральном составе прослоев преобладают глинистые минералы (до 60 %) – иллит, каолинит и смешаннослойные минералы (ССМ). Наряду с ними присутствуют кварц (до 8 %), полевые шпаты (до 5 %), карбонатные минералы (до 2 %) и пирит (до 2 %) (рис.).

По минеральному составу изучаемые прослои можно разделить на 2 типа: тип А – прослои, обогащенные каолинитом и тип Б – прослои, обогащенные смешаннослойными минералами (табл.).

При исследовании глинистой составляющей прослоев был выявлен минерал тобелит в составе группы ССМ ряда иллит-тобелит-сметтит.

ССМ ряда иллит-тобелит-сметтит широко встречаются в природе [2], описаны для различных нефтеносных пород [3] и являются, по-видимому, минералами-индикаторами нефтематеринских пород. Для баженовской свиты подобные индикаторные смешанослойные глинистые минералы описываются впервые.

Тобелит представляет собой NH<sub>4</sub>-диоктаэдрическую слюду с общей химической формулой (NH<sub>4</sub>,K)Al<sub>2</sub>[(OH)<sub>2</sub>AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>], которая впервые была описана в ассоциации с пиррофиллитом на гидротермальных месторождениях Японии [4]. В структурном плане тобелит наиболее близок к мусковиту, у которого в межслоевом пространстве вместо калия располагается аммоний.

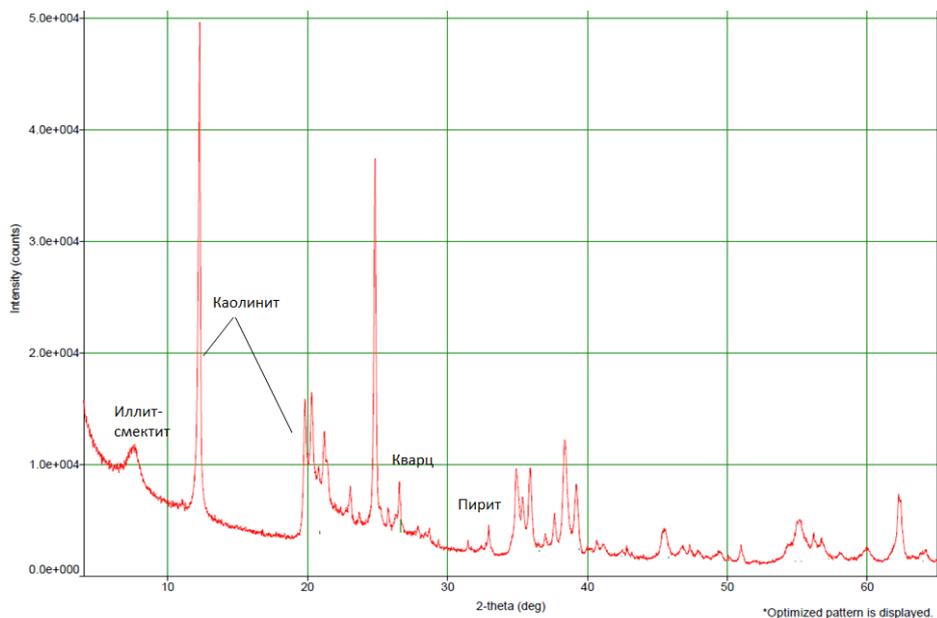


Рис. 1 Дифрактограмма неориентированного препарата аномально люминесцирующего прослоя

Исследования глинистой фракции АЛП методами ИК-спектроскопии в средней области подтвердили, что образец представляет собой тобелитизированный смешанослойный иллит-сметтит с небольшой примесью (< 1 %) каолинита. Предполагается, что основные глинистые минералы в АЛП каолинит и иллит возникли как результат вторичного преобразования пирокластического материала и являются аналогами тонштейнов в угольных прослоях.

Таблица

Минеральный состав аномально люминесцирующих прослоев баженовской свиты, %

	Каолинит	И/Т/С ССМ*	Кварц	Альбит	Доломит	Пирит
Тип А	70...75	10...12	7...10	2...5	0.0	1...2
Тип Б	1...3	80...90	2...5	2...5	1...2	1...2

Таким образом, впервые для тонких люминесцирующих прослоев баженовской свиты комплексом методов были определены смешанослойные минералы ряда иллит-тобелит-сметтит.

Природа самих прослоев, по мнению автора, обусловлена вулканическими событиями и трансформационными преобразованиями пирокластического материала в диагенезе.

#### Литература

1. Деева Е.С. Природа аномально-люминесцирующих прослоев баженовской свиты Западно-Сибирского бассейна / труды XXI Международного симпозиума им. академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 130-летию со дня рождения профессора М.И. Кучина. Том I. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2017.
2. Крупская В.В., Крылов А.А., Гаршев А.В., Соколов В.Н. Глинистые минералы-индикаторы нефтегазового потенциала меловых пород Арктического бассейна. // Естественные и технические науки, 2009. – № 3. – С. 171–174.
3. Drits V.A., Lindgreen H., Sakharov B.A., Jørgen Jakobsen H., Salyn A.L., Dainyak L.G. Tobelization of Smectite During Oil Generation in Oil-source Shales. Application to North Sea Illite-Tobelite-Smectite-Vermiculite // Clays and Clay Minerals, 2002 – Vol. 50. – P. 82–98.
4. Higashi S. Tobelite, a new ammonium dioctahedral mica // Mineralogical Journal, 1982. – V. 11 – № 3. – P. 138–146.

**ОСОБЕННОСТИ ПРОИСХОЖДЕНИЯ АЛМАЗОВ ИЗ КИМБЕРЛИТОВ СНЭП ЛЕЙК  
(КРАТОН СЛЕЙВ, КАНАДА) НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ ИХ МОРФОЛОГИИ  
И ДЕФЕКТНО-ПРИМЕСНОГО СОСТАВА АЗОТА**

**О.А. Иванова<sup>1,2</sup>, А.М. Логвинова<sup>1,2</sup>**

Научный руководитель академик Н.П. Похиленко<sup>1,2</sup>

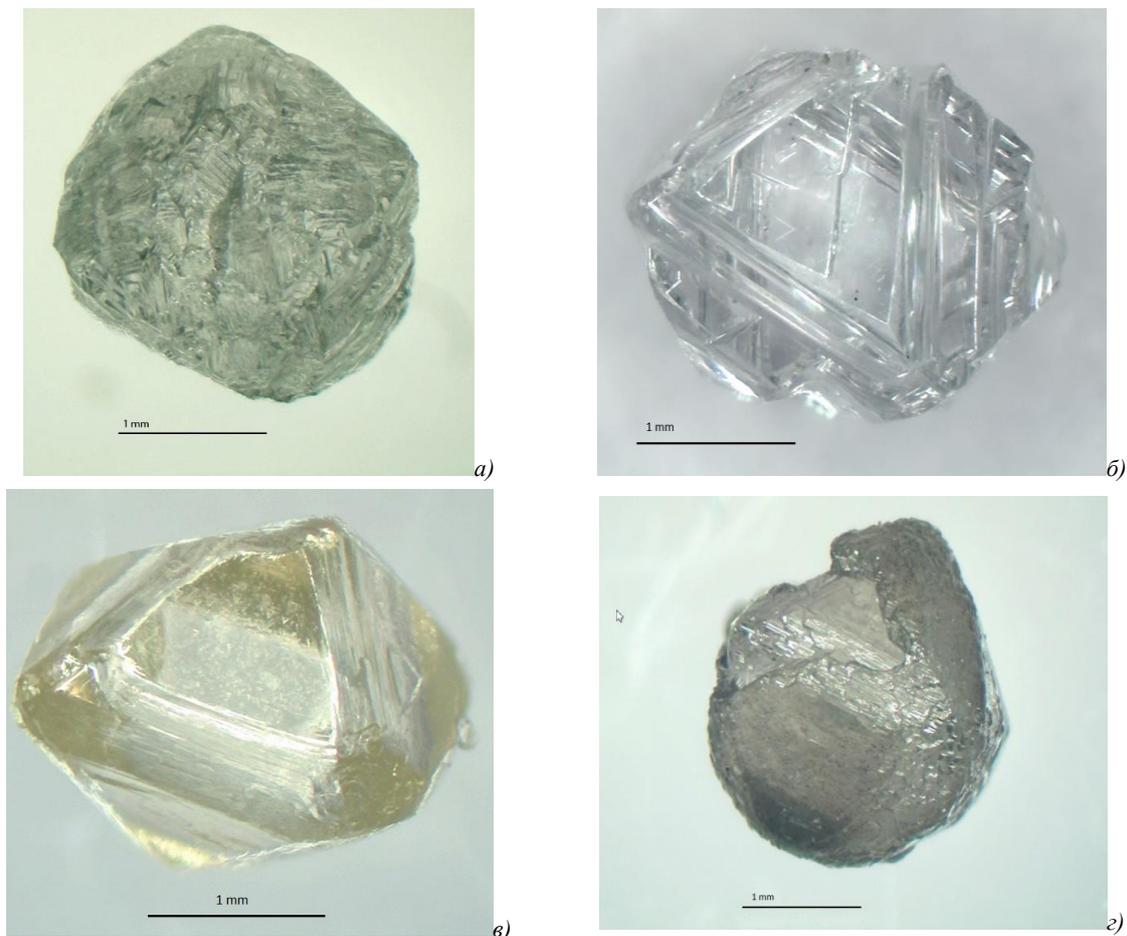
<sup>1</sup>*Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН,*

<sup>2</sup>*Новосибирский национальный исследовательский государственный университет,  
г. Новосибирск, Россия*

Комплекс кимберлитовых даек Снэп Лейк, открытый в конце 90-х годов XX века, по характеристикам кимберлитов и по геометрии рудных тел представляет собой новый тип крупных алмазных месторождений. Этот рудник является крупнейшим коренным месторождением алмазов на Американском континенте [3]. Существует целый ряд работ, в которых установлено, что мантийный источник кимберлитовых магм этого дайкового комплекса существенно отличается от источника кимберлитовых магм для алмазоносных кимберлитов Сибири и Африки [5]. Однако достаточных минералогических данных, характеризующих химическую природу среды, получено не было.

Известно, что основной примесью, определяющей многие физические свойства природных алмазов, является азот. При этом концентрация, структурная форма его вхождения и степень агрегации отражают условия образования и последующую эволюцию алмазов в первичном источнике [7].

Алмазы из месторождения Снэп Лейк преимущественно представлены прозрачными бесцветными или зеленоватыми кристаллами, но в единичных случаях зафиксированы образцы, имеющие коричневый, серый или желтый цвет. Коричневая окраска природных алмазов вызвана процессами пластической деформации. Центры окраски не связаны с примесями азота, а обусловлены разорванными связями на дислокациях [8]. Зеленая окраска связана с влиянием радиационного облучения. Алмазы из месторождения Снэп Лейк характеризуются разнообразием деталей внешней огранки. Большинство образцов представлены кристаллами переходной формы, часть образцов имеет октаэдрический, додекаэдрический и кубический габитус. Наблюдаются сростки, двойники и алмазы в «оболочке» (рис. 1). На поверхности октаэдрических граней кристаллов наблюдаются треугольные углубления с плоским дном, ориентированные обратно параллельно грани октаэдра. Такие скульптуры по мнению большинства авторов являются результатом травления [1].



**Рис. 1 Фотографии кристаллов алмаза из месторождения Снэп Лейк:  
а, б – без «оболочки»; в, з – с «оболочкой»**

Нами были изучены 40 бесцветных и зеленоватых кристаллов алмаза переходных форм, а также октаэдрического и додекаэдрического габитуса, характеризующиеся наличием или отсутствием «оболочки», физические свойства которых до сих пор практически не были изучены. Размер исследуемых образцов варьирует от 0,7 до 2,5 мм. Были получены спектроскопические характеристики для изучения дефектно-примесного состава алмазов с помощью инфракрасной (ИК) спектроскопии. Данные ИК-спектроскопии дополнялись результатами изучения внутреннего строения кристаллов, полученных методом катодоллюминесценции.

В ходе работы установлено, что исследованные алмазы имеют сложное внутреннее строение. Практически все кристаллы октаэдрического, додекаэдрического габитуса и переходных форм, а также алмазы в «оболочке» внутренне неоднородны и сформированы зонами роста, которые фиксируют смену условий образования [2]. Полученные результаты показывают, что изученные кристаллы различаются по содержанию, распределению азота и степени его агрегации. Общее содержание азота в различных зонах изученных алмазов без «оболочки» из месторождения Снэп Лейк составляет до 1100 ppm. Анализ соотношения концентрации азота, а также степени его агрегации во внутренних и периферийных частях таких кристаллов показывает, что от центра к периферии эти значения могут как падать, так и возрастать. Установленные колебания содержания примеси азота, а также степени его перехода из А-формы в В1-форму в пределах одного образца могут быть следствием зонального строения исследуемых алмазов. Корреляция между концентрацией примеси азота и степенью его агрегации отсутствуют. Для большинства алмазов был отмечен пик  $3107\text{ см}^{-1}$ , который является следствием колебания СН-связи [4].

По содержанию азота в различных зонах, исследуемых образцов нами были выделены следующие группы:

1) алмазы с достаточно низким содержанием азота (до 200 ppm). К данной группе относятся бесцветные и зеленоватые кристаллы октаэдрического, додекаэдрического габитуса и переходных форм. Степень агрегации варьирует в широких пределах (от 16 до 95 %);

2) алмазы с высоким содержанием азота (от 200 до 1100 ppm), характеризующиеся разнообразием морфологических форм огранки и узким диапазоном изменения степени агрегации азота (65...96 %). Отмечено, что степень агрегации азота в большинстве таких кристаллов составляет 80...90 %. Такое типичное для кристаллов алмаза из системы даек Снэп Лейк присутствие высокоагрегированного азота согласно «отжиговой» модели перехода А-центров в В1-форму является свидетельством нахождения алмазов в области высоких температур либо их длительного пребывания в мантийных условиях.

Изученные «оболочечные» алмазы характеризуются бесцветным прозрачным ядром и мутной, сероватой или окрашенной в желтый цвет «оболочкой» сложного волокнистого строения. Установлено, что на границе ядро-«оболочка» происходила смена механизма роста (от послойного к нормальному). По распределению примесных центров азота такие кристаллы отличаются от алмазов, характеризующихся отсутствием «оболочки». В окрашенных внешних волокнистых зонах установлено повышенное содержание азота в А-форме (до 2000 ppm) и низкая степень агрегации азота (от 4 до 9 %); центральным бесцветным внутренним частям присущи те же особенности, что и алмазам без «оболочки». Таким образом, сделано предположение о том, что алмазы с «оболочкой» и без неё формировались в сходных условиях. Имеющиеся данные по степени перехода азота из А-формы в В1-форму позволяют предполагать возможный рост оболочек при снижении температуры и в процессе подъема кимберлитового расплава или непосредственно перед ним [6].

### Литература

1. Афанасьев В.П., Горяинов С.А., Елисеев А.П., Зинчук Н.Н., Коптиль В.И., Надолинный В.А., Сонин В.М., Рылов Г.М. Изучение алмазов в геолого-разведочном комплексе // Под редакцией Н.Н. Зинчук. – Якутск: ЯФ ГУ «Издательство СО РАН», 2004. – 300 с.
2. Бескрованов В.В. Онтогенез алмаза. – М.: Наука, 1992. – 165 с.
3. Похиленко Н.П., Соболев Н.В., Мак-Дональд Дж., Холл А.Е., Ефимова Э.С., Зедгенизов Д.А., Логвинова А.М., Реймерс Л.Ф. Кристаллические включения в алмазах из кимберлитов Снэп Лейк: новые свидетельства аномального строения литосферы – ДАН. – 2001 – Т. 380. – № 3. – С.374–379.
4. Соболев Е.В. Тверже алмаза. Изд. 2-е. – Новосибирск: Наука, 1989. – 195 с.
5. Agashev A.M., Pokhilenko N.P., Takazawa E., McDonald J.A., Vavilov M.A., Watanabe T., Sobolev N.V. Primary melting sequence of a deep (>250 km) lithospheric mantle as recorded in the geochemistry of kimberlite-carbonatite assemblages, Snap Lake dyke system, Canada // Chemical Geology. – 2008. – V. 255. – P. 317–328.
6. Boyd S.R., Mathey D.P., Pillinger C.T., Milledge H.J., Mendelsohn M., Seal M. Multiple growth events during diamond genesis: an integrated study of carbon and nitrogen aggregation state in coated stones // Earth Planete Science Letter. – 1987. – V. 86. – P. 341–353.
7. Evans T., Qi Z., Maguire J. The stages of nitrogen aggregation in diamond // Journal of Physics C: Solid State Physics – 1981. – V. 14. – № 12. – P. 379–384.
8. Harris G.W. Diamond geology in «Properties of natural and synthetic diamond» (ed. by Field J.E.) // Academic Press. – 1992. – P.345–393.

## О ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ РУДОНОСНОСТИ МАГМАТИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ АЛМАЛЫК-АНГРЕНСКОГО ГОРНО-РУДНОГО РАЙОНА (УЗБЕКИСТАН)

**Ф.Б. Каримова, С.О. Зенкова**

Научный руководитель заведующий отделом Р. Ахунджанов  
*Институт геологии и геофизики им. Х.М. Абдуллаева Госкомгеологии РУз,  
г. Ташкент, Узбекистан*

Важным критерием прогнозной оценки рудных районов является выявление геохимической и металлогенической специализаций магматических образований. Геохимическая специализация определяется наличием превышающих кларки концентраций отдельных элементов преимущественно в породах какого-либо

комплекса и меньшем рассмотрении в других. Понятие «потенциальная рудоносность» отражает способность магматических комплексов концентрировать и отщеплять рудные и летучие компоненты с образованием отдельных типов рудной минерализации [8]. В настоящее время представляются более широкие комплексные критерии связи оруденения с магматизмом. Под потенциальной рудоносностью магматических ассоциаций (очагов) понимается совокупность свойств магматических расплавов (состав, геохимическая и металлогеническая специализация, флюидонасыщенность), которые в благоприятных геологических условиях кристаллизации (скорость кристаллизации, тектонический режим, завершенность фракционирования в системе «расплав-магматогенный флюид») определяют способность генерировать рудоносные растворы. Металлогеническая специализация определяется статистически выдержанной пространственной и временной связью характерных магматических формаций и их ассоциаций, серий, рядов с определенными рудными формациями [5]. Главным критерием выбора модельных потенциально рудоносных магматических тел определена выдержанная пространственная связь их с рудными месторождениями.

Установленная нами [2] аксессуарно-минеральная и геохимическая специализация ранне-среднекарбонатовых гранитоидов известково-щелочного ряда, образованных в орогенную надсубдукционную стадию развития и широко развитых в основании ураново-рудных месторождений Юго-Западных отрогов Чаткальского хребта Шаваз-Дукентского грабена, позволяют предполагать возможность обнаружения месторождений радиоактивных элементов как в пределах размещения не вскрытых эрозией гранитоидных интрузивов, так и перекрывающих их вулканогенных толщ и субвулканических образованиях карбона-перми Шаваз-Дукентского грабена. Представляется, что потенциально рудоносными на радиоактивные металлы были насыщенные флюидными компонентами (фтор) и щелочами расплавы ассоциаций гранитоидов (гранодиориты, адамеллиты, граниты, лейкограниты, онгориолиты) возрожденных (в понимании Х.М. Абдуллаева) очагов батолитовых плутонов.

Чаткало-Кураминские горы с начала 40-х годов прошлого столетия известны как урановорудный район [6]. Он включает рудные поля уран-молибденовой формации (Каттасай-Алатаньгинское, Майликотанское, Чаулисаское) и урановые месторождения с преобладающими сульфидно-настурановой и флюорит-настурановой минеральными специализациями (Адрасман, Ризак, Чаркасар), размещенные в пермских экструзивных куполах кислого состава, субвулканических телах и интрузивах риолитовых и кварцевых порфиров, граносиенит-порфиров, гранит-порфиров, аляскитовых гранитов и лейкогранитов. Породы характеризуются повышенными содержаниями урана, достигающими 1012 г/т и 20...32 г/т тория, что является показателем их геохимической специализации на эти элементы. Поздние дайки кислого состава регионального распространения также заражены ураном и торием (8...9 г/т и 33...37 г/т соответственно). Месторождения и рудопоявления урана размещаются в породах с среднефоновыми содержаниями от 7 до 13 г/т урана. Отмечается частая приуроченность их к телам риолит-лейкогранитовой ассоциации [6]. Данный факт подкреплён в последние годы детальными петрологическими и минералого-геохимическими исследованиями месторождения Чаркасар, размещенного в одноимённом интрузиве аляскитоидных гранитов и лейкогранитов [4; 7]. Исследованиями У.Д. Мамарозикова [7] на месторождении Чаркасар выделена онгонит-лейкогранитовая ассоциация интрузивных пород. Установлено, что урановое оруденение и сопровождающие его породы являются следствием гидротермально-метасоматического преобразования аляскитовых интрузива во фронтальной части флюидонасыщенного расплава онгонитов и лейкогранитов. В этих породах микронзондовыми анализами установлены минералы-концентраторы урана, тория, ниобия, тантала и редких земель, ассоциирующие с фтор-апатитом и флюоритом. Получены данные, указывающие на присутствие в рудогенерирующих кремнщелочных флюидах, кроме вышеуказанных элементов, меди, свинца, цинка, а также углерода, хлора и серы. Обращает внимание присутствие в составе даек лейкогранит-порфиров, размещённых в альбитизированных аляскитах, реликтов фаялита и илдингита. Наличие в составе полевых шпатов и биотита альбитизированных аляскитов примеси хрома, хромистой слюды (фуксит) и рения в хромсодержащих минералах имеет генетическую значимость и указывает на глубинность источника потенциально рудоносных магм. Ю.Б. Ежков и др. [4] выдвигают идею возможности извлечения редких земель из горной массы – гранитов Чаркасарского интрузива. Аналогичный вывод сделан ими по Оясайскому интрузиву аляскитоидных гранитов и аплитовидных лейкогранитов в горах Каржантау. Массив выдвигается как перспективный на редкие (Nb, Ta), редкоземельные и радиоактивные металлы.

Авторы придерживаются мнения Н.П. Лавёрова о проявлении в Чаткало-Кураминских горах более молодой уран-карбонатной рудной формации. Это широко известные месторождения, пространственно и структурно тесно связанные с флюорит-полиметаллическим оруденением (Табошар, ныне Адрасман, Джеркамар, Канимансур, Наугарзан и др.). Таким образом, сделан вывод о проявлении в регионе двух разновозрастных групп промышленных урановых месторождений: уран-молибденовой и уран-карбонатной. Их разделяют смена ураноносных центров вулканизма секущими линейными зонами разломов и дайковых поясов, региональные дайки и флюорит-полиметаллический рудный комплекс, объединяющий медно-висмуттовую, свинцово-цинковую, барит-флюоритовую и серебро-свинцовую формации [9].

Наблюдающиеся в Алмалык-Ангренском горнорудном районе интрузивные тела горнблендитов и пироксенитов представляются как продукты исходно верхнемантийных магм. На это указывают их петрографические и петрохимические особенности [2]. Полученные нами новые геохимические материалы показывают наличие в них признаков потенциальной рудоносности на благородные и редкие металлы. В горнблендитах определены превышающие кларки содержания в основных породах (г/т): Au (0,02); As (20,4); Cs (2,7); W (7,1); Ta (1,81); U (1,0); Sc (51,7); Hf (3,0); Se (3,7); Ce (38); Sm (8,6). Среди редкоземельных элементов наблюдается преобладание легких лантаноидов над тяжелыми (La/Yb = 5,9; 7,1). Отчетливо выражен в характере распределения РЗЭ Eu-минимум [2].

Масс-спектрометрическим анализом на приборе ICP-MS 7500 Agilent Technologies в пироксенитах и меланократовых габбро Карабаш-Шавазского интрузива установлены превышающие кларки содержания (г/т): Au

(0,021); Ag (0,89); As (5,5); Sc (88); Se (5,3); Te (0,13); Sb (0,69); Bi (0,065); Cd (5,5) и Re (0,012). Среди редкоземельных элементов количество легких лантаноидов несколько превышает количество тяжелых ( $La/Yb = 2,2$ ). Eu-минимум не выражен. При преобладании суммы P3Э над количеством P3Э в хондритах в пределах 10 раз наблюдается слабый уклон кривых распределения с положительной аномалией в области средних лантаноидов.

В габбро и габбро-порфиридах выражена зараженность Cu, Zn, Cd, Re, Au, Ag, As, Bi, Se, Te, Sb, Yb, Sc. Монцитониты выделяются самыми высокими содержаниями меди (610 г/т), молибдена (49 г/т), мышьяка (13 г/т). Они заражены, также как пироксениты и габброиды, – Pb, Cd, Re, Au, Bi, Se, Te, Sb, Yb, Sc.

Дайки камптонитов содержат вышекларковые количества Cu, Cd, W, Re, Au, Ag, As, Bi, Se, Te, Sb, Yb, U, Sc. Ксенолиты пироксенитов, заключенных в породы этих даек, обогащены Fe, Ti, Cu, Zn, Cd, Re, Au, Ag, As, Bi, Se, Te, Sb, Yb, Sc [1; 2]. В дайках габбро-порфиридов меди 440 г/т, в камптонитах и ксенолитах пироксенитов самые высокие содержания (соответственно): меди (170; 350 г/т), цинка (98; 130), кадмия (0,86; 0,96), платины (0,016; 0,017), теллура (0,093; 0,20), сурьмы (2,5; 3,6) и скандия (30; 100). Эти геохимические материалы позволяют предположить, что зараженность пород рудогенными для региона металлами (Bi, Se, Te, Re, Au, Ag, Cu, Zn и P3Э) обусловлена исходной металлогенической специализацией мантийного расплава. Наряду с этим, здесь породы характеризуются повышенными содержаниями Fe, Ti, V, Sc.

Кроме вышеуказанных превышающих кларки количеств металлов, габброиды потенциально рудоносны на железо, титан и медь, что выражено как высокими содержаниями, так и наличием собственных минералов этих металлов. Обогащенность пород комплексом рудных элементов, характерных как для медно-молибденовых, так и для золото-серебро-сульфидных месторождений Алмалык-Ангренского горнорудного района (Кызылалмасай, Актепе, Кочбулак) позволяет использовать полученные петролого-геохимические материалы в качестве факторов решения вопросов рудообразования и поисков благородных и редких металлов в горнорудных районах Чаткало-Кураминского региона. Металлогенически значимыми элементами поздних этапов магматизма и рудообразования выделены W, Mo, Cu, Au, Ag, As, Bi, Se, Te, Re, Yb.

Наши данные по дайкам позволяют прогнозировать наличие в рудах Re, Zr, Yb, Cd, U и платиноидов. Учитывая, что селен является типичным элементом мантийных перидотитовых и базальтовых магм, и признанность его как геохимического индикатора процессов глубинного магматизма [3], а также превышающие кларки содержания в породах всех типов даек – золота, серебра и индикаторных металлоидных и металлогенных элементов, мы склонны признать существенную роль плюмового щелочнобазальтоидного магматизма в формировании золото-серебряных месторождений Алмалык-Ангренского горнорудного района.

### Литература

1. Ахунджанов Р., Каримова Ф.Б., Зенкова С.О., Сайдиганиев С.С. О рудоносности лампрофиров Чаткало-Кураминского и Нуратинского регионов (Западный Тянь-Шань) // Геология и минеральные ресурсы. – Ташкент, 2013. – № 6. – С. 9–22.
2. Ахунджанов Р., Мамарозиков У.Д., Усманов А.И., Сайдиганиев С.С., Зенкова С.О., Каримова Ф.Б. Петрогенезис потенциально рудоносных интрузивов Узбекистана (на примере Чаткало-Кураминского и Нуратинского регионов). – Ташкент: Фан. – 2014. – 352 с.
3. Бородин Л.С., Лашин А.В., Пятенко И.К. Петрология и геохимия даек щелочно-ультраосновных пород и кимберлитов. – М.: Наука, 1976. – 244 с.
4. Ежков Ю.Б., Рахимов Р.Р., Новикова Р.Р., Рустамжонов Р.Р. Геология, геохимия, минералогия и эталонные месторождения урана. – Ташкент: ГП «НИИМР», 2016. – 220 с.
5. Коваленко В.И., Руб М.Г., Осипов М.А. Рудоносность магматических ассоциаций. – М.: Наука, 1988. – 231 с.
6. Лавёров Н.П., Величкин В.И., Власов Б.П., Алёшкин А.П., Петров В.А. Урановые и молибден-урановые месторождения в областях развития континентального внутрикорового магматизма: геология, геодинамические и физико-химические условия формирования. – М.: ИФЗ РАН, ИГЕМ РАН, 2012. – 320 с.
7. Мамарозиков У.Д., Суюндикова Г.М., Норматов У.А. О проявлении редкометалльной онгонит-лейкогранитовой ассоциации на Чаркасарской площади (Срединный Тянь-Шань) // Геология и минеральные ресурсы. – Ташкент, 2013. – № 1. – С. 8–24.
8. Хамрабаев И.Х. Петролого-геохимические критерии рудоносности магматических комплексов (на примере Узбекистана). – Ташкент: Фан, 1969. – 212 с.
9. Чернов А.А. Урановые месторождения и региональные дайки Чаткало-Кураминских гор // Узбекский геологический журнал. – Ташкент, 1996. – № 2. – С. 40–59.

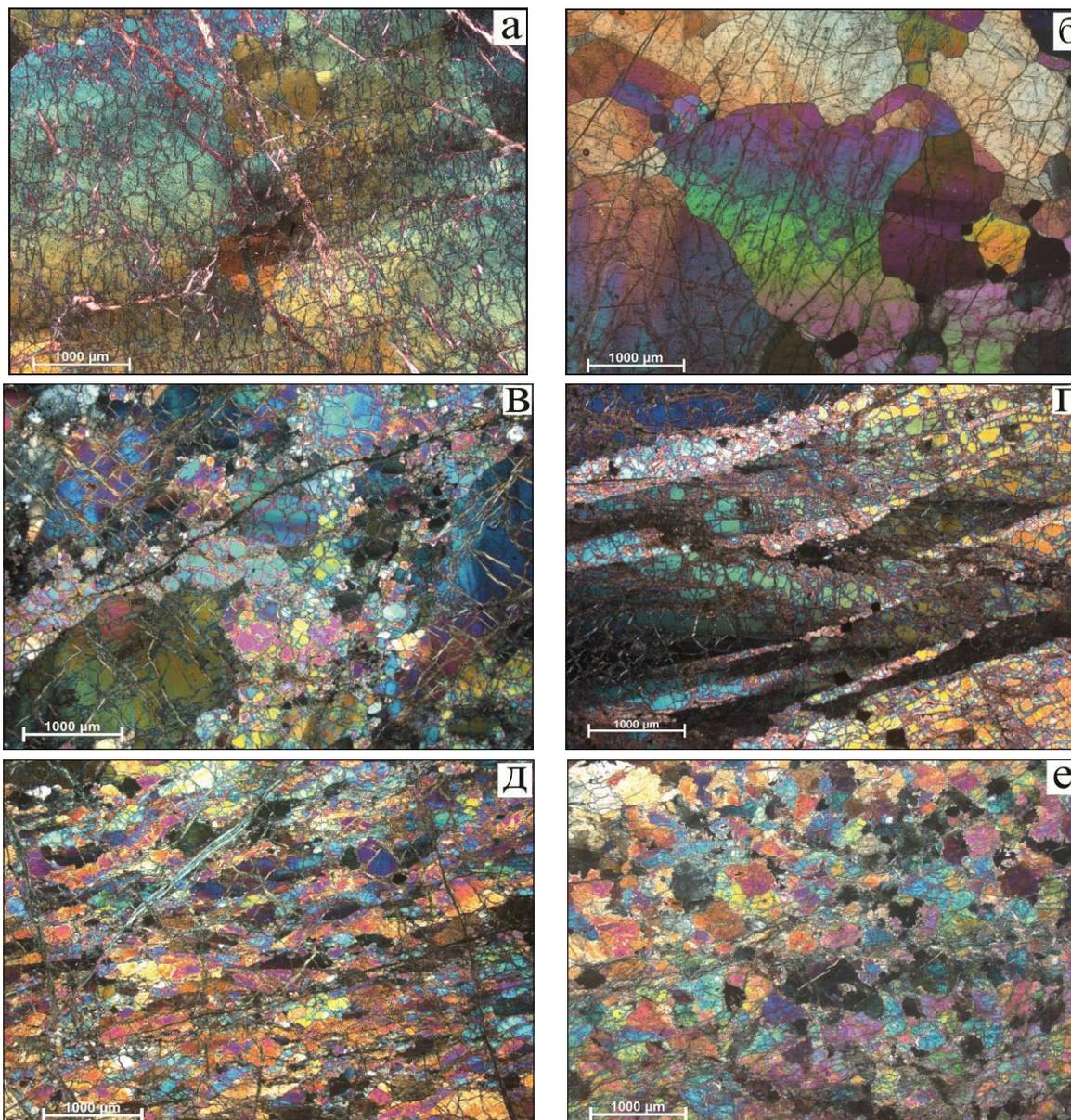
## ДЕФОРМАЦИОННЫЕ СТРУКТУРЫ ОЛИВИНА В ДУНИТАХ И ГАРЦБУРГИТАХ ПАРАМСКОГО МАССИВА (СЕВЕРО-ВОСТОК ЗАБАЙКАЛЬЯ)

**В.А. Козыкин**

Научный руководитель профессор А.И. Чернышов

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

Объектом изучения является Парамский ультрамафитовый массив, который является фрагментом Байкало-Муйского офиолитового пояса [1]. Массив сложен преимущественно дунитами и гарцбургитами, которые представляют собой неравномерно рестированные полосчатые метаморфические ультрамафиты. Целью настоящего исследования является выявление микроструктурной неоднородности дунитов и гарцбургитов массива, обусловленной различной степенью их высокотемпературного пластического деформирования.



**Рис. 1** Микроструктурные типы дунитов: а) протогранулярный (обр. 36/11), б) мезогранулярный (обр. 58/2), в) порфирокластовый (обр. 36/6), г) порфиroleйстовый (обр. 26/9), д) мозаично-лейстовый (обр. 59/2), е) мозаичный (обр. 22/3). С анализатором

С возрастанием степени деформации ультрамафитов происходит уменьшение размеров зерен оливина, они приобретают неоднородное погасание, появляются полосы пластического излома, возрастает роль синтетектонической рекристаллизации. По совокупности и интенсивности признаков пластической деформации в Парамском массиве выделяются следующие главные микроструктурные типы ультрамафитов: протогранулярный → мезогранулярный → порфирокластовый → порфиroleйстовый → мозаично-лейстовый → мозаичный (рисунок), которые неоднократно отмечались в перидотитах других офиолитовых комплексов [2]. Выделенные микроструктурные типы отражают стадийность пластического течения пород.

Нами предлагается модель пластического деформирования ультрамафитов Парамского массива, которая была разработана А.И. Чернышовым для ультрамафитов Харчерузского массива на Полярном Урале [3].

Первый этап осуществлялся в процессе деплетирования исходного мантийного вещества с образованием пород полосчатого дунит-гарцбургитового комплекса, которые затем подвергались флюидно-магматическому преобразованию. В результате интенсивной депироксенизации происходило формирование дунитов. Процесс депироксенизации (дунилизации) протекал при высоких температурах и сопровождался рекристаллизацией отжига. Отжиг способствовал росту благоприятно ориентированных зерен оливина за счет неблагоприятно ориентированных с образованием крупных лишенных признаков пластических деформаций зерен с плавными границами. В результате образовались дуниты с протогранулярной структурой.

Второй этап реализовался, главным образом, высокотемпературным пластическим течением в условиях снижения температуры, очевидно, в зоне перехода верхняя мантия – земная кора. В процессе реализации этого этапа

при возрастании степени пластического деформирования дунитов на месте крупнозернистого протогранулярного оливина возникает среднезернистый мезогранулярный. Пластические деформации оливина осуществлялись преимущественно высокотемпературным трансляционным скольжением, которое, очевидно, сопровождалось поверхностной диффузионной ползучестью. Пластические деформации этого этапа протекали в режиме снижения температур от 1000 до 650°С, низкой скорости (менее 10<sup>-6</sup> с<sup>-1</sup>), значительного всестороннего давления (более 10 кбар) и в условиях осевого сжатия [4]. В результате образуются дуниты с равновесной среднезернистой микроструктурой.

На третьем этапе пластические деформации ультрамафитов протекали в условиях интенсивных осевых и сдвиговых деформаций при умеренно высоких и сравнительно низких температурах (~500...750°С), при значительных скоростях ( $\epsilon > 10^{-4}$  с<sup>-1</sup>) и всестороннем давлении (~5 МПа) в процессе перемещения ультрамафитов по зонам глубинных надвигов в верхние части земной коры [4]. Пластическое течение в оливине осуществлялось, главным образом, синтетектонической рекристаллизацией при подчиненной роли трансляционного скольжения по системам: (001)[100], (110)[001], (100)[010] и катакlastического течения. В результате с возрастанием скорости пластической деформации последовательно образуются порфинокластовые, порфиroleйстовые и мозаично-лейстовые ультрамафиты.

На эпиконсолидационном этапе ультрамафиты под воздействием более поздних габброидных интрузий подвергались высокотемпературной вторичной рекристаллизации отжига, в результате которого образовались мозаичные ультрамафиты, в которых не наблюдаются признаки пластических деформаций.

### Литература

1. Конников Э.Г., Цыганков А.А. О гетерогенности Байкало-Муйского офиолитового пояса. – ДАН (Россия). – 1992. – Т. 327. – № 1. – С. 115–120.
2. Чернышов А.И. Ультрамафиты (пластическое течение, структурная и петроструктурная неоднородность): Учебное пособие. – Томск: Чародей, 2001. – 214 с.
3. Чернышов А.И. Структурная эволюция дунитов и хромитов Харчерузского массива (Полярный Урал) / А.И. Чернышов, А.Н. Юричев // Геотектоника, 2016. – № 2. – С. 62–77.
4. Nicolas A., Poirier J.P. Crystalline plasticity and solid state flow in metamorphic rocks // New York: Wiley-Interscience, 1976. – 444 p.

## О СОВРЕМЕННОМ СОСТОЯНИИ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЦЕНТРАЛЬНОМ КАЗАХСТАНЕ

А.Н. Копбаева

Научный руководитель доцент В.И. Серых

*Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда, Казахстан*

Геохимические исследования в Центральном Казахстане проводились всегда широко, начиная с момента организации в 1949 г. ЦКГУ (Центрально-Казахстанского Геологического Управления), проводятся они и до настоящего времени. Огромную роль в их организации и развитии сыграли усилия И.В. Орлова – главного геолога ЦКГУ (1951-1985 гг.).

Все геохимические исследования в ЦКГУ были направлены на повышение эффективности поисковых и прогнозных работ, но с некоторой долей условности их все же можно разделить на две большие группы: прикладные и специальные.

Прикладные геохимические исследования.

Геологические съемки масштаба 1:200 000 и 1:50 000 проводились в два этапа: первый – предварительная геофизическая съемка, второй – основные поисково-съемочные работы, поэтому и геохимические исследования выполнялись соответственно в два этапа [7].

На первом этапе, когда проводилась геофизическая съемка, она сопровождалась наземными литогеохимическими поисками по вторичным ореолам. В тех случаях, когда мощность рыхлых образований была велика, наземные литохимические поиски сменялись глубинными.

На втором этапе параллельно с геологической съемкой проводились геохимические исследования, включающие довольно широкий комплекс работ, среди которых наиболее эффективной является геохимическая съемка.

Применяемый в Центральном Казахстане комплекс геохимических исследований масштаба 1:200000 позволял решать многие задачи геологического, металлогенического и прогнозного характера. Существенным отличием таких исследований являлся региональный характер решения перечисленных задач.

В результате геохимических исследований масштаба 1:50 000 были выделены геохимические аномалии с повышенным содержанием элементов во вмещающих породах и связанная с ними рудная минерализация [7].

Выполнялись работы по выявлению геохимических аномалий в почвах, которые до сих пор являются одним из важнейших косвенных признаков возможного наличия оруденения в коренных породах. Оценка этих аномалий в отношении их рудной или нерудной природы до конца не выполнена. Таких неоцененных аномалий до сих пор – десятки сотен. Результатом данных работ является карта геохимических аномалий в почвах масштаба 1:500 000 Центрального Казахстана; обобщение выполнено под руководством И.А. Ивановой в 1986 г.

Геохимические исследования при геологической съемке масштаба 1:10 000 проводились в пределах рудных полей и зон. Геохимическое глубинное (объемное) картирование масштаба 1:10 000 решает более узкие задачи, чем

картирование масштаба 1:50 000 и проводилось только в пределах основных перспективных рудных полей. Данные работы проводились при детальном поисковых работах в основных перспективных рудных зонах в Прибалхашском, Агадырском и Майкаинском районах.

Специальные геохимические исследования.

К сегодняшнему дню в Центральном Казахстане проведен большой объем специальных геохимических исследований. Одним из инструментов оценки геохимических аномалий в почвах могут быть вычисленные кларки горных пород Центрального Казахстана. Такая система кларков была создана в Казахстане в 1996, 1999-2003 гг. [2, 3, 4, 5, 6, 10] и включает средние содержания в 162 видах горных пород. Сравнение кларков коренных пород с геохимическими аномалиями в почвах позволяет подойти вплотную к оценке потенциальной рудоносности последних, что является весьма актуальным для постановки прогнозно-металлогенических исследований, которые только начинаются в Казахстане после длительного перерыва. Геохимические исследования масштаба 1:200 000 [7] проводились на интрузивных образованиях в Центральном Казахстане (с ними в регионе связано большое количество месторождений, и они являются первоочередными объектами изучения), для выявления потенциальной рудоносности на W, Mo и редкие металлы гранитных интрузивов, поскольку рудоносным оказался не каждый массив. Породы основных интрузивных комплексов получили геохимическую характеристику, была изучена их металлогеническая специализация. Заключение о потенциально рудных и безрудных интрузивах делалось на основании одновременного учета всех признаков и их взаимосвязей. Комплексная интерпретация этих данных решалась также как задача распознавания образов. В.И. Серых занимался геохимией гранитоидов, начиная с составления методики их геохимического изучения до геохимии отдельных элементов. В 1963-1972 гг. была изучена и опубликована геохимия меди, никеля, ниобия, гафния, циркония, лития, свинца, бериллия, тантала. В 1970-1980 гг. под руководством И.В. Глухана составлена геохимическая карта коренных пород Центрального Казахстана в масштабе 1:500 000.

Современное состояние геохимических исследований.

В настоящее время на территории Центрального Казахстана проводятся геолого-съемочные работы ведущими организациями Карагандинской области: ТОО «Азимут Геология», ТОО «Центрказнедра», АО НК «Казгеология». На стадии ГМК-200 в Каражал-Жайремском районе работает партия ТОО «Азимут Геология»; на стадии ГДП-200, ГМК-200, ГГК-200 работают партии ТОО «Центргеолсъемка» в Спасской медно-рудной зоне и они же закончили свои работы в Бозшакольском рудном районе. Наряду с геолого-съемочными работами проводится литохимическая съемка по вторичным ореолам. Геохимические исследования проводятся преимущественно как опережающие или сопровождающие работы при среднемасштабных геолого-съемочных работах (ГМК-200, ГДП-200, ГГК-200). Геохимические работы нацелены, главным образом, на прогнозирование полезных ископаемых. В рамках ГМК-200 ведется региональная литохимическая съемка по первичным ореолам. Также на данной стадии применяется метод определения подсчета коэффициента концентрации относительно кларка для выяснения геохимической специализации тех или иных комплексов, формаций, интрузивных комплексов, стратифицированных и вулканических толщ. Результаты этих работ являются основными при выявлении, локализации и оценке прогнозных ресурсов полезных ископаемых.

ТОО «СП «Тау-Кен Проект» выполняет геологоразведочные работы в пределах Спасской меднорудной зоны в Карагандинской области [1]. Наряду с традиционными методами разведки они применяют геохимическую технологию IONEX. Данная технология ориентирована на прогноз и поиски скрытых рудных объектов, с низким статусом открываемости [9, 11, 12]. В Центральном Казахстане аналогичные работы проводились в Жезказганском рудном районе (2014-2015 гг.) [8]. Данная технология применяется ограниченно специализированными организациями. В качестве фазового анализа используется метод подвижных форм (МПФ), определяющий содержание элементов, сорбированных гумусом почв. Технология Ionex основывается на картировании полей концентрации рудных и сопутствующих элементов (геохимических полей) и выделении в них различных геохимических структур, в том числе геохимических систем рудных объектов [1, 8, 9, 11, 12].

Проводимые в Центральном Казахстане геохимические исследования, сопровождающие геологические съемки разного масштаба, в целом несомненно, способствуют повышению эффективности геологического изучения региона, проведения прогнозных и поисковых работ. Доказана эффективность и комплексного метода геохимического изучения – геохимического картирования разного масштаба. К сожалению, бытующее до сих пор неверное представление о дороговизне метода, отсутствие соответствующих нормативов (а это затрудняет финансирование работ) и во многих случаях – слабость лабораторной базы не позволяют ставить геохимическое картирование более широко, хотя оно этого заслуживает. Материалы по геохимическому изучению опорных разрезов метаморфических, осадочных и вулканогенных пород Центрального Казахстана требуют и сейчас систематизации и обобщения. Важной составной частью этой работы надо считать сбор и обобщение данных по расчету средних содержаний химических элементов (старые и новейшие данные местных кларков) в главных типах пород всего региона. Полученные материалы послужат основой для построения новой мелкомасштабной геохимической карты Центрального Казахстана, которая может быть использована при составлении прогнозно-металлогенической карты.

#### Литература

1. Дегенбаев М.С., Ижанов А.Б., Лось В.Л., Несипбаев Д.А., Саденов Е.М., Шегай О.Г. Применение инновационных методов геохимических поисков при проведении геологоразведочных работ на Спасской меднорудной зоне // Инновационные перспективные технологии геологоразведочных работ в Казахстане: труды Международной научно-практической конференции. – Алматы, 2017 – С. 58–62.
2. Глухан И.В., Серых В.И. Кларки песчаных пород Центрального Казахстана // Геохимия. – 1999. – № 9. – С. 976–993.

3. Глухан И.В., Серых В.И. Кларки алевролитов и аргиллитов Центрального Казахстана // Геохимия. – 2000. – № 9. – С. 922–940.
4. Глухан И.В., Серых В.И. Кларки горных пород Центрального Казахстана // Известия АН РК. Сер. геол. – 2003. – № 3. – С. 81–116.
5. Глухан И.В., Серых В.И. Средние содержания химических элементов в карбонатных и кремнистых породах Центрального Казахстана // Геохимия, 2001. – № 6. – С. 607–620.
6. Глухан И.В., Серых В.И. Средние содержания химических элементов в метаморфических породах Центрального Казахстана // Геохимия, 2002. – № 2. – С. 142–155.
7. Казмин В.Н., Орлов И.В., Серых В.И. и др. Геохимические исследования при геологической съемке в Центральном Казахстане // Советская геология. – 1973. – № 9. – С. 42–57.
8. Лось В.Л., Дегенбаева М.С. Новые представления о металлогении и перспективах Жезказганского рудного региона // Геология и охрана недр, 2016. № 1 (58). – С. 18–36.
9. Лось В.Л., Гольдберг И.С. Геохимические поиски скрытых рудных объектов: базовая модель, технология, организация / Поисковая геохимия: теоретические основы, технологии, результаты. – Алматы, 2004. – С. 180–185.
10. Glukhan I.V., Serykh V.I. The Mean Chemical Compositions (Regional Clarkes) of Igneous Rocks of Central Kazakhstan. – 1996. – P. 269–286.
11. Goldberg I.S., Abramson G.J., Haslam C.O., Los V.L. Geoelectrochemical Exploration: Principles, Practice and Performance. Recourcing the 21st Century. – Australia, Ballarat, 1997. – P. 193–199.
12. Goldberg I.S., Ambranson G. Ya., Los V.L. Depletion and enrichment of primary haloes hteir importance in the genesisiox and exploration for mineral deposits // Geochemistry Exploration, Envrinment Analysis, 2003. – Vol. 3. – P. 281–293.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ДВОЙНЫХ НИТРАТОВ

К.Е. Коржнева<sup>1,2</sup>, А.А. Голошумова<sup>2</sup>, М.С. Молокеев<sup>3,4</sup>, А.П. Елисеев<sup>1,2</sup>

Научный руководитель профессор Л.И. Исаенко<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Новосибирский национальный исследовательский государственный университет,

<sup>2</sup>Институт геологии и минералогии им. В.С.Соболева СО РАН, г. Новосибирск

<sup>3</sup>Институт физики им. Л.В. Киренского СО РАН, г. Красноярск

<sup>4</sup>Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск, Россия

С развитием технологий все больше возрастает потребность в высокоэффективных кристаллических функциональных материалах. Поэтому разработка принципов и алгоритмов поиска новых материалов является важной и актуальной задачей. Широко известна методика поиска новых функциональных соединений, основанная на изменении состава. Замещение катионов – это один из возможных способов повышения нелинейно-оптических свойств кристаллов группы нитратов. Нами были выбраны соединения  $K^{1+}_2Ba^{2+}(NO_3)_4$ ,  $Pb^{2+}_{1-x}Ba^{2+x}(NO_3)_2$  и  $Rb^{1+}_2Na^{1+}(NO_3)_3$ , чтобы изучить их структурные особенности и свойства кристаллов в зависимости от сочетания катионов с разной валентностью и радиусами.

В состав кристалла  $K_2Ba(NO_3)_4$  входят катионы с разной валентностью, но одинаковыми радиусами. Точка разложения соединения  $K_2Ba(NO_3)_4$  была определена ранее как 197°С. Поэтому для их выращивания из раствор-расплава был подобран растворитель состава  $LiNO_3$ - $CsNO_3$ - $KNO_3$  с температурой эвтектики 115°С и 97°С, и перитектикой 112°С [1]. Состав расплава соответствовал эвтектике 115°С ( $LiNO_3$  – 31 мол. %,  $CsNO_3$  – 33 мол. %,  $KNO_3$  – 36 мол. %). В расплав постепенно добавляли предварительно синтезированный порошок  $K_2Ba(NO_3)_4$ , после его растворения до 10 % при температуре 160°С, происходил рост кристаллов в диапазоне температур 120...140°С в течение двух месяцев. На поверхности расплава были получены прозрачные кристаллы  $K_2Ba(NO_3)_4$ , а на дне ротового стакана образовалась смесь:  $K_2Ba(NO_3)_4$ ,  $Ba(NO_3)_2$  и  $KNO_3$ .

В предыдущих исследованиях нами была расшифрована структура кристаллов  $K_2Ba(NO_3)_4$  (рис. а). Затем изучались изменения структурного мотива  $Ba(NO_3)_2$  и  $KNO_3$  при образовании сложного соединения  $K_2Ba(NO_3)_4$  (рис. б, в, г), было обнаружено, что в  $Ba(NO_3)_2$  кубической сингонии треугольник  $NO_3$  равнобедренный, в  $KNO_3$  ромбической сингонией он сильно искажен, а в кристалле  $K_2Ba(NO_3)_4$  наблюдаем умеренную анизотропию длин связей в  $NO_3$  группе [2].

Кристаллы, содержащие два катиона Ba и Pb одинаковой валентности, но незначительно различающиеся радиусами выращивали из водных растворов, меняя соотношение катионов. На данный момент получены кристаллы состава  $Pb_{0,62}Ba_{0,38}(NO_3)_2$  и  $Pb_{0,42}Ba_{0,58}(NO_3)_2$ . Во всех поставленных экспериментах рост кристаллов осуществлялся путем медленного охлаждения водного раствора в диапазоне температур 75...45°С с малым испарением. Дифференцированный термический анализ образцов  $Pb_{0,62}Ba_{0,38}(NO_3)_2$  со скоростями нагрева 2°С / мин показал, что они более устойчивы, чем соединение  $K_2Ba(NO_3)_4$ . Температура плавления соединения состава  $Pb_{0,62}Ba_{0,38}(NO_3)_2$  составила 566°С. В ходе исследования с помощью рентгенофазового анализа были получены составы выращенных кристаллов и расшифрована их структура. Уточнение Ритвельда для кристаллов  $Pb_{0,62}Ba_{0,38}(NO_3)_2$  дало нецентросимметричную тригональную структуру R3 (рис. д), что подтверждается генерацией второй гармоники (ГВГ) на данных кристаллах. Для кристаллов состава  $Pb_{0,42}Ba_{0,58}(NO_3)_2$  также была определена структура только уже центросимметричная кубическая Pa3. Сравнение двух рентгенограмм показало, что они совпадают по количеству пиков и их положения близки. Из-за различия структур и наличия ГВГ у первых кристаллов предполагаем наличие двух твердых растворов с нецентросимметричной структурой при содержании Pb > 50 % и центросимметричной структурой при содержании Pb < 50 %. Исследование данного вопроса продолжается в настоящее время.

Следующая пара катионов Rb, Na представляла одновалентные ионы с сильно отличающимися радиусами. Из смеси  $RbNO_3$ ,  $NaNO_3$  методом Бриджмена – Стокбаргера были получены кристаллы  $Rb_2Na(NO_3)_3$ .

Рентгенофазовым анализом (РФА) было определено, что при соотношении 70 %  $\text{RbNO}_3$  и 30 %  $\text{NaNO}_3$  в исходной смеси полученный кристалл содержит примеси  $\text{NaNO}_3$  в носики до 64 %, в верхней части кристалла до 36 %. Далее, из смеси три  $\text{RbNO}_3$  к одному  $\text{NaNO}_3$  методом Бриджмена – Стокбаргера при температуре  $210^\circ\text{C}$  был получен прозрачный монокристалл, содержащий примеси всего 4 %. Для данных кристаллов была уточнена и построена структура (рис. 1). Была определена температура плавления  $\text{Rb}_2\text{Na}(\text{NO}_3)_3$ , она составила  $210^\circ\text{C}$ .

Базовым исследованием всех выращенных кристаллов является проверка их на генерацию второй гармоники и измерение спектра пропускания. С помощью  $\text{YAG:Nd}^{3+}$  лазера с длиной волны 1064 нм на порошках кристаллов двойных нитратов ( $\text{K}_2\text{Ba}(\text{NO}_3)_4$ ,  $\text{Pb}_{0,62}\text{Ba}_{0,38}(\text{NO}_3)_2$  и  $\text{Rb}_2\text{Na}(\text{NO}_3)_3$ ) была зафиксирована генерация второй гармоники. Это подтверждает, что кристаллы нецентросимметричны и имеют ненулевую восприимчивость второго порядка.

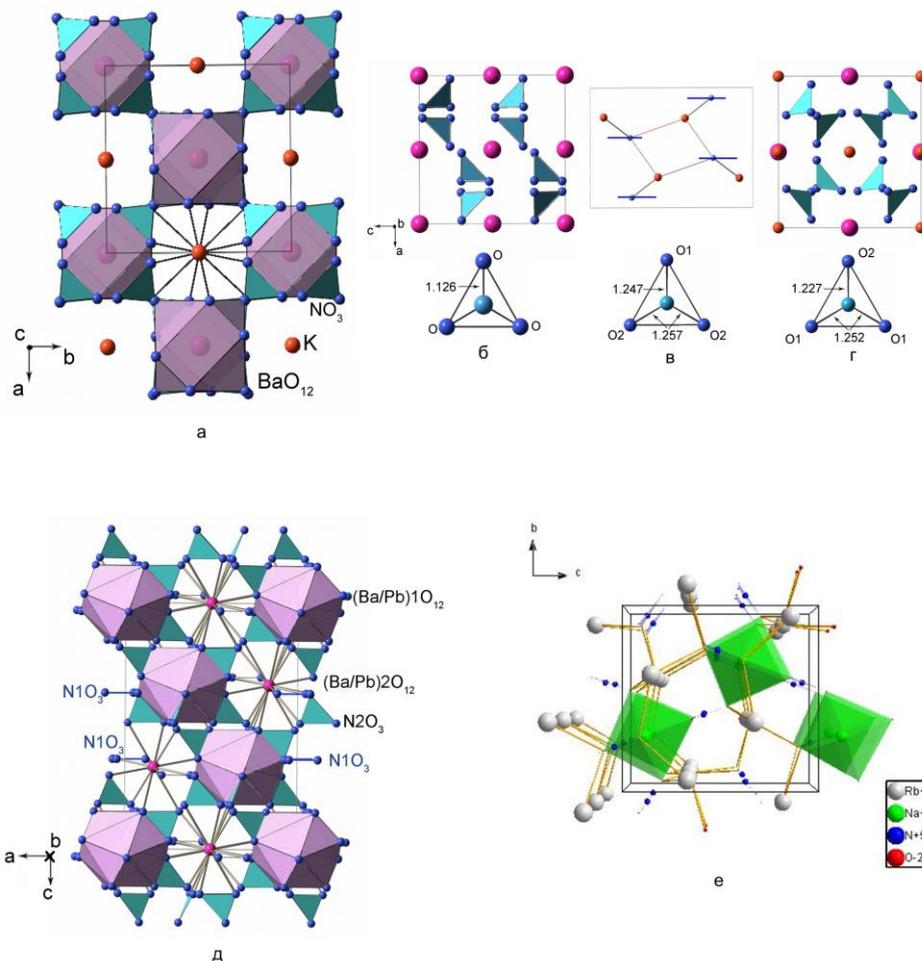


Рис. 1 Структура кристаллов  $\text{K}_2\text{Ba}(\text{NO}_3)_4$  (а) и элементарные ячейки,  $\text{NO}_3$ -треугольники для  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  (б),  $\text{KNO}_3$  (в) и  $\text{K}_2\text{Ba}(\text{NO}_3)_4$  (г) в плоскости  $ac$ , структуры кристаллов  $\text{Pb}_{0,62}\text{Ba}_{0,38}(\text{NO}_3)_2$  (д) и  $\text{Rb}_2\text{Na}(\text{NO}_3)_3$  (е)

Для кристаллов  $\text{K}_2\text{Ba}(\text{NO}_3)_4$ , выращенных из водных растворов, было выявлено, что кристалл прозрачен от 0,25 мкм до 2,2 мкм, но наблюдается пик поглощения с максимумом 0,3 мкм, при этом ширина запрещенной зоны 5 eV. В спектрах кристаллов  $\text{K}_2\text{Ba}(\text{NO}_3)_4$ , выращенных из раствор – расплава, пик поглощения от 0,25 до 0,3 мкм незначительный, и практически кристалл прозрачен от 0,3 мкм до 2,2 мкм. Кристалл  $\text{Rb}_2\text{Na}(\text{NO}_3)_3$  прозрачен от 0,22 мкм до 3 мкм, но на спектре пропускания наблюдается небольшой пик поглощения с максимумом около 0,3 мкм, как и у  $\text{K}_2\text{Ba}(\text{NO}_3)_4$  из водных растворов. Ширина запрещенной зоны кристаллов  $\text{Rb}_2\text{Na}(\text{NO}_3)_3$  составляет 5,082 eV. Кристалл  $\text{Pb}_{0,62}\text{Ba}_{0,38}(\text{NO}_3)_2$ , выращенный из водных растворов, прозрачен от 0,304 мкм до 3,5 мкм и обладает шириной запрещенной зоны 3,81 eV.

В ходе проведенных исследований были получены кристаллы  $\text{K}_2\text{Ba}(\text{NO}_3)_4$ , выращенные из раствор – расплава,  $\text{Pb}_{0,62}\text{Ba}_{0,38}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Pb}_{0,42}\text{Ba}_{0,58}(\text{NO}_3)_2$  из водных растворов и  $\text{Rb}_2\text{Na}(\text{NO}_3)_3$ , выращенные методом Бриджмена. В ходе исследования изучались изменения структурного мотива  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  и  $\text{KNO}_3$  при образовании сложного соединения  $\text{K}_2\text{Ba}(\text{NO}_3)_4$  было обнаружено, что в  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  кубической сингонии (Pa3) треугольник  $\text{NO}_3$  равносторонний, в  $\text{KNO}_3$  ромбической сингонией (Pnma) он сильно искажен, а в кристалле  $\text{K}_2\text{Ba}(\text{NO}_3)_4$  тетрагональной сингонии (I42m) наблюдаем умеренную анизотропию длин связей в  $\text{NO}_3$  группе. Было получено, что  $\text{Pb}_{0,62}\text{Ba}_{0,38}(\text{NO}_3)_2$  более устойчив, чем  $\text{K}_2\text{Ba}(\text{NO}_3)_4$ , но характеризуется меньшей шириной запрещенной зоны, что смещает фундаментальный край пропускания в длинноволновую область. В ходе исследования из системы  $\text{RbNO}_3$  –  $\text{NaNO}_3$  (при соотношениях  $\text{RbNO}_3$  к  $\text{NaNO}_3$  3 к 1) методом Бриджмена-Стокбаргера был получен монокристалл, содержащий примеси  $\text{NaNO}_3$  всего 4 %. Исследование спектров пропускания выявило, что на пластинках кристаллов

$K_2Ba(NO_3)_4$ , выращенных из водных растворов, и  $Rb_2Na(NO_3)_3$ , выращенных из расплава, при прозрачности от 0,25 мкм наблюдался пик поглощения около 0,3 мкм. При этом ширина запрещенной зоны  $K_2Ba(NO_3)_4$  составляет 5 eV,  $Rb_2Na(NO_3)_3$  – 5,082 eV.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 18-32-00359).

### Литература

1. Диогенов Г.Г. Физико-химическое изучение взаимодействия солей в системах различной сложности в расплавах / Автореферат диссертации на соискание ученой степени д. х. н. / Иркутск, 1994. – 52 с.
2. Isaenko L.I., Korzhneva K.E., Goryainov S.V., etc. Structural, optical and electronic properties of  $K_2Ba(NO_3)_4$  crystal // *Physica B: Condensed Matter* 531 (2018). P. 149–158.

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ МИНЕРАЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАЗАЛЬТОВ ВЕРХНЕ-ЩУГОРСКОГО И ВЕЖАЮ-ВОРЫКВИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЙ (СРЕДНИЙ ТИМАН)

Е.Ю. Кулакова

Научный руководитель доцент И.И. Лебедев

*Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия*

Разведанные в 70-80 годах и подготовленные для промышленного освоения Вежаю-Ворыквинское, Верхне-Щугорское месторождения бокситов входят в состав Ворыквинской группы месторождений Среднего Тимана и расположены в непосредственной близости одно от другого на стыке Усть-Цилемского, Княжпогостского и Удорского районов Республики Коми, в 150...160 км к северо-западу от г. Ухты. Месторождения Ворыквинской группы являются сырьевой базой Средне-Тиманского бокситового рудника (СТБР), расположены в малообжитом, неосвоенном районе со слабо развитой сетью постоянных наземных и водных транспортных путей сообщения.

Бокситы Вежаю-Ворыквинского и других месторождений Ворыквинской группы являются основным полезным ископаемым района, запасы которых утверждены ГКЗ РФ и числятся на балансе ВГФ. Кроме того, балансом ВГФ в качестве строительных материалов учтены запасы базальтов вскрыши [1].

В октябре 2017 года кафедрой геологии горючих и твердых полезных ископаемых при содействии руководства института геологии нефти и трубопроводного транспорта Ухтинского государственного технического университета и Средне-Тиманского бокситового рудника была организована экскурсия для студентов с целью ознакомления с технологией добычи руды открытым способом. С разрешения администрации рудника были взяты образцы базальтов с двух карьеров: действующего Вежаю-Ворыквинского месторождения и резервного Верхне-Щугорского месторождения, в котором на сегодняшний день ведутся вскрышные работы.

С точки зрения тектоники район месторождения бокситов имеет двучленное строение: нижний структурный этаж представлен метаморфизованными рифейскими образованиями, и верхний структурный этаж, представленный деформированными осадочными толщами палеозоя (рис. 1).

Магматические образования в пределах района широко распространены и относятся к байкальскому и герцинскому тектоно-магматическим циклам. Герцинский магматический комплекс связан с платформенным этапом развития района, датируется кыновским (Дзкнз) временем и включает субинтрузивные образования базальтового состава столбчатой и канатной отдельности.

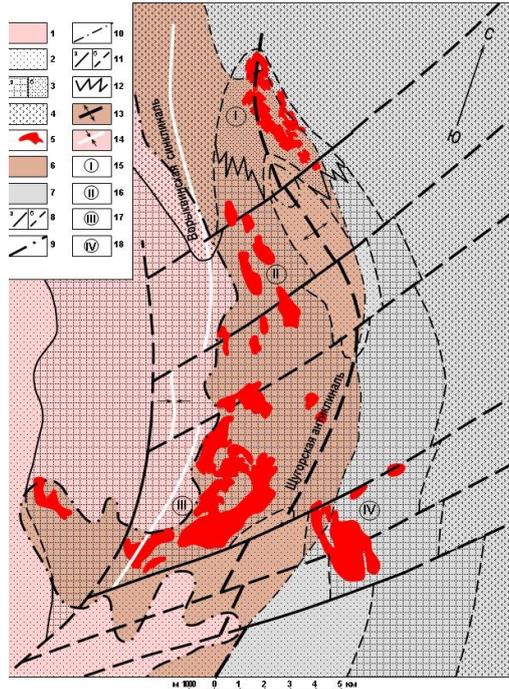
Столбчатая отдельность появляется при быстром остывании лавовых потоков, тогда образуется ячеистая система напряжений, которая направлена перпендикулярно поверхности. В этом направлении развиваются линейные трещины, которые и образуют столбчатую отдельность. Канатная отдельность образуется на поверхности быстро текущих лав. Текущая лава покрывается коркой, которая в условиях активного движения не успевает приобрести существенную мощность, и быстро волнообразно сморщивается. В дальнейшем эти волны сбиваются и выглядят как уложенные рядом канаты.

Базальты играют роль своеобразной покрывки для бокситоносной толщи. Автором были отобраны образцы базальтов с Вежаю-Ворыквинского и Верхне-Щугорского месторождений для дальнейшего исследования. Основная цель работы – изучение вещественного состава базальтов. В качестве методики изучения был выбран петрографический анализ.

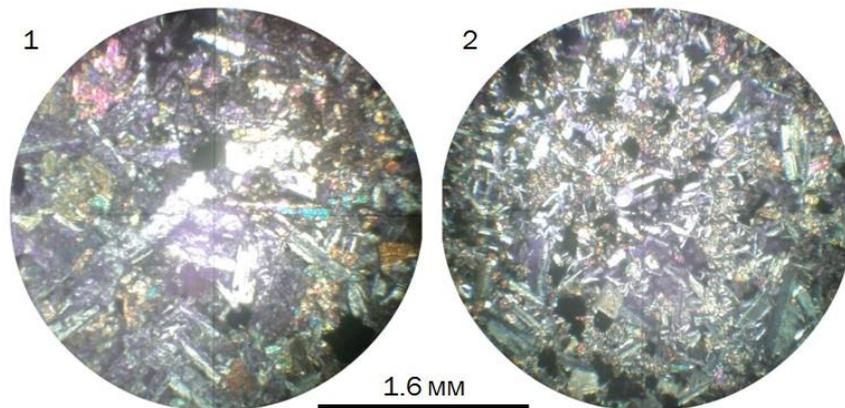
Образцы базальтов свежие темно-серые черные, неизмененные вторичными процессами, обладают массивной текстурой. Структура порфировая с элементами офировой. Основная масса интерсертальная, обуславливается беспорядочным расположением плагиоклаза и темноцветных минералов. Промежутки между ними заполнены стеклом и продуктами его девитрификации [2]. Наблюдается различие размеров кристаллов при одном и том же увеличении (рис. 2). Количественное соотношение минералов в породе определено визуально: плагиоколаз 45...50 %, пироксен 30...35 %, амфибол 7...10 %, вулканическое стекло 5...8 %, рудный минерал 5...7 %.

Плагиоклаз определен как лабрадор, наблюдается в виде идиоморфных таблитчатых кристаллов с двойниковой полисинтетической структурой. Реже встречаются кристаллы с зональным погасанием. Кристаллы чистые, незамещенные вторичными минералами (рис. 3).

Пироксен моноклинный, в шлифе наблюдается в виде коротких толстых призм и широкотаблитчатых кристаллов с простыми двойниками.



**Рис. 1** Тектоническая карта района Ворыквинской группы месторождений:  
 1 – R<sub>3</sub> нижний структурный этаж, 2 – кварцито-сланцеватая толща, 3 – сланцево-карбонатная толща (сланцы, мергели, известняки, доломиты, полевошпат-карбонатные продукты метасоматического преобразования карбонатных пород), 4 – карбонатно-сланцевая толща,  
 5 – залежи бокситов, 6-7 – D-P верхний структурный этаж, 8 – разломы позднерифейско-вендского времени заложения (достоверные, предполагаемые), 9 – границы структурных этажей, 10 – границы структурных ярусов, 11 – границы литолого-стратиграфических подразделений верхнерифейского комплекса, 12 – южная граница распространения метасоматически измененных карбонатных пород. Оси структур: 13 – положительных – Щугорская антиклиналь, 14 – отрицательных – Ворыквинская синклинали, 15 – северная группа залежей Верхне-Щугорского месторождения, 16 – южная группа Верхне-Щугорского месторождения, 17 – Вежаю-Ворыквинское месторождение, 18 – Восточное месторождение



**Рис. 2** Базальты Верхне-Щугорского (1) и Вежаю-Ворыквинского (2) месторождений. С анализатором

Вулканическое стекло – это аморфное вещество, наблюдается в виде зеленоватого радиально-лучистого агрегата и в виде зерен неправильной формы кофейного цвета с хаотично расположенными иголочками внутри них.

Рудный минерал в отраженном свете определен как магнетит. Изотропен, размеры зерен 0,2...0,9 мм.

Исходя из результатов исследования, автор подтверждает использование базальтов Средне-тиманского бокситового рудника в качестве строительного и дорожного материала. В связи с этим рекомендуется пересмотреть вопрос балансовой принадлежности запасов базальтов и предусмотреть их снятие с баланса запасов рудника.

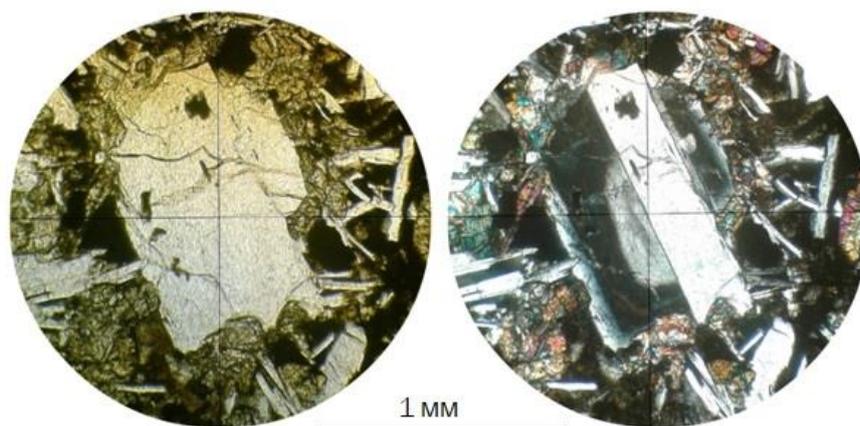


Рис. 3 Плагноклаз с зональным погасанием при одном и двух николях

Литература

1. Гутникова Т.Н., Сиротин В.И. Геолого-экономическая переоценка Вежаю-Ворыквинского месторождения первоочередной сырьевой базы Средне-тиманского бокситового рудника / ОАО «Боксит Тимана», Ухта, АО ВАМИ, Спб, 2000. – 1332 с.
2. Довжикова Е.Г. Практическая петрография: учеб. пособие. – Ухта: УГТУ, 2012. – 84 с.

**ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МАФИТ-УЛЬТРАМАФИТОВ  
МАССИВОВ ВАТЫНСКОЙ ПЛОЩАДИ (СВ КОРЯКИИ)**

**Е.М. Куликова**

Научный руководитель профессор А.И. Чернышов

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

В работе приводятся результаты петрографического изучения пород мафит-ультрамафитовых массивов Ватынской площади (Северо-Восток Корякии). Исследуемая территория располагается в северо-восточной части Корякского автономного округа. Массивы нередко по своему внутреннему строению часто обнаруживают концентрически-зональное строение и близки к мафит-ультрамафитовым массивам платиноносного пояса Урала. Внутренние ядра массивов сложены дунитами, которые к периферии сменяются породами верлит-клинопироксеновой ассоциации. Непосредственно в эндоконтакте массива фрагментарно картируются габброиды.

Цель работы заключалась в петрографическом исследовании ультрамафитов и мафитов изучаемых массивов. Ниже приводятся результаты петрографического исследования.

Дуниты. Содержание минералов: оливин 90...100 %, хромшпинелид менее 5 %. Зерна оливина имеют субизометрическую, слабо удлинённую форму. Размер их составляет: мелкие зерна 0,5...4 мм, порфиробласты 10 мм и более. Под микроскопом устанавливается порфириовидная структура. Основная масса имеет гетерогранобластовую структуру. Удлиненные индивиды обнаруживают субпараллельную ориентировку, которая отражает директивность породы. Границы зерен плавно изогнутые, иногда прямолинейные, сходятся в тройных точках под углом 120°, что свидетельствует об однородности структуры [2]. При одном николе зерна оливина бесцветные, прозрачные, имеют высокий рельеф. В скрещенных николях характерны яркие цвета интерференции – Ng-Np = 0,035. Погасание зерен однородное. Крупные порфиробластовые зерна имеют слабо выраженное неоднородное субблоковое погасание и наблюдаются полосы пластического излома, что указывает на то, что дуниты были вовлечены в пластические деформации слабой интенсивности. Для зерен оливина характерна обильная трещиноватость. В отдельных участках встречаются редкие зерна ксеноморфного клинопироксена и в таких участках наблюдаются фрагменты кумулятивной структуры. По трещинкам наблюдаются мелкие петельчатые жилки серпентина, иногда зерна полностью или частично замещены им. Порода неравномерно насыщена зернами хромшпинелида, которые имеют субизометричную, часто эвгедральную форму, их размер менее 1 мм. Они окрашены в черный цвет вследствие замещения их магнетитом. Иногда отмечается сегрегация в цепочки, которые ориентированы вдоль удлиненных зерен оливина и подчеркивают директивность в породе. В породе отмечаются участки с очень мелкой вкрапленностью дендритовидного магнетита.

Верлиты. Минеральный состав: оливин 65 %, клинопироксен до 30...35 %, рудные минералы до 10 %. Под микроскопом устанавливается отчетливая магматическая кумулятивная структура. Оливин имеет субизометричную, эллипсоидальную форму и представляет собой кумулятивные хадакрсталлы, их размер составляет 1...2 мм. При одном николе оливин имеет серую окраску, высокий рельеф. В скрещенных николях характерны темно синие, низкие цвета интерференции. Зерна оливина полностью замещаются серпентином. Зерна клинопироксена выполняют промежутки между зернами оливина и представляют собой ойкокрсталлы интеркумуляусной фазы. Зерна пироксена при одном николе бесцветные с высоким рельефом. Для них характерна призматическая спайность. В скрещенных николях клинопироксен имеет яркие цвета интерференции – Ng-Np=0,020, характерны большие углы

погасания – С: Ng > 30°. Встречаются редкие зерна хромшпинелида, размер которых менее 1 мм. Для них характерна округлая, эллипсоидальная форма. Зерна имеют темно-коричневый цвет.

Амфиболитизированные клинопироксениты. Породы сложены актинолитом, магнетитом до 5 %, встречаются фрагменты клинопироксена, которые наблюдаются в виде сохранившихся мелких зерен. Клинопироксен при одном николе имеет серую окраску, в скрещенных николях наблюдаются высокий рельеф и высокие цвета интерференции. Разбит многочисленными трещинками на блоки. В основной массе полностью замещен актинолитом. Актинолит при одном николе имеет незначительный рельеф, слабо окрашен в бледно-зеленые тона и плеохроирует. В скрещенных николях имеет яркие цвета интерференции. Для них характерны средние углы погасания – С: Ng до 25°. Актинолит катаклазирован и вовлечен в пластические деформации, в результате чего зерна удлиняются и изгибаются, гофрируются и по периферии отмечается их интенсивное дробление.

Зерна магнетита наблюдаются в виде неправильных обособлений, нередко вытягиваются в цепочки. Нередко мелкие пластинчатые зерна обособляются вдоль спайности в актинолите.

Оливиновые метагаббро. Главными минералами являются плагиоклаз, оливин, клинопироксен, магнетит до 10 %. Под микроскопом оливиновое габбро имеет габбровую структуру. Оливин имеет субизометричную, неправильную форму. Размер зерен от 1 мм до 2 мм. Замещен агрегатами серпентина, который при одном николе имеет фишашковый цвет, в скрещенных николях его зерна имеют низкие темно-серые, синие цвета интерференции. Оливин разбит многочисленными трещинками. Зерна клинопироксена имеют субизометричную форму, с размером до 4 мм, при одном николе он бесцветный, прозрачный, выделяется в рельефе; отмечается призматическая спайность в поперечных сечениях под углом ~ 90°. Он интенсивно замещается вторичными амфиболами. Характерны большие углы погасания – С: Ng до 45°. Зерна плагиоклаза замещаются агрегатами сосюрита, поэтому при одном николе приобретают серый цвет.

Порода насыщена магнетитом – до 10 %. Встречается в виде аксессуарной вкрапленности. Магнетит имеет неправильную форму ограничения размером 0,5...1,5 мм, более крупные зерна магнетита раздроблены на отдельные фрагменты.

Метагаббро. Главными минералами являются плагиоклаз и клинопироксен. Под микроскопом устанавливается порфириовидная структура с габбровой структурой основной массы. Во вкрапленниках зерна клинопироксена имеют вытянутую форму с размером до 10 мм. При одном николе зерна бесцветные прозрачные. В скрещенных николях они имеют яркие цвета интерференции и большие углы погасания – С: Ng до 45°. Отмечается замещение тремолитом. Клинопироксен наблюдается также в основной массе, где размер зерен составляет 3...4 мм. Зерна плагиоклаза имеют таблитчатую или коротко-призматическую форму размером до 2 мм. Замещается серицитом, в краевых частях альбитом.

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы.

1. Породы мафит-ультрамафитовых массивов северо-восточной части Корякского нагорья представлены, главным образом, дунитами, верлитами, амфиболитизированными клинопироксенитами, оливиновыми метагаббро, метагаббро.

2. По своему внутреннему строению массивы часто обнаруживают отчетливое концентрически-зональное строение и близки к мафит-ультрамафитовым массивам платиноносного пояса Урала [3]. Внутреннее ядро массивов сложено дунитами, которые к периферии сменяются породами верлит-клинопироксенитовой ассоциации. В эндоконтактах массивов ультрамафитов картируются габброиды.

3. Крупнозернистые дуниты сформировались в глубинных условиях в результате высокотемпературной отжиговой рекристаллизации. В результате последующего перемещения ультрамафитов в верхние горизонты земной коры они претерпели пластические деформации, которые нашли отражение в появлении признаков пластических деформаций.

4. В результате внедрения габброидных расплавов в эндоконтактные зоны дунитовых массивов происходило высокотемпературное взаимодействие с формированием верлит-клинопироксенитовой метасоматической «каймы» [1].

#### Литература

1. Аникеева Л.И. Базит-гипербазитовый интрузивный комплекс южной части Корякского нагорья: Автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. – Л., 1968. – 24 с.
2. Вернон Р.Х. Метаморфические процессы. – М.: Недра, 1980. – 226 с.
3. Тильман С.М., Бялобжецкий С.Г., Чехов А.Д. Тектоника и история развития Корякской геосинклинальной системы // Очерки тектоники Корякского нагорья. – М.: Наука, 1982. – С. 5–30.

### ГЕОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ (НА ПРИМЕРЕ ИСЯНГУЛОВСКОЙ ПЛОЩАДИ)

Л.Р. Низамова

Научный руководитель доцент Н.Н. Ларионов  
Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Стремительные темпы развития экономики в современном мире требуют все большее количество минеральных ресурсов, которые могли бы покрыть растущие запросы промышленности. Факт истощаемости природных ресурсов к тому же заставляет нас искать более современные методы добычи и переработки руд для более полного извлечения полезного ископаемого.

## СЕКЦИЯ 2. МИНЕРАЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ И ПЕТРОГРАФИЯ

Ниже представлен краткий очерк работ по геологическому картированию листа N-40-XXXIII, проведенных в период 2015-2017 гг. В начале приведен небольшой теоретический обзор темы геохимических методов поисков, далее идет практическая часть, где полученные в ходе работы результаты подвергнуты интерпретации.

Целью работы является выяснение геохимической специализации территории для дальнейших поисковых работ на черные, цветные и благородные металлы и другие полезные ископаемые. Определение набора химических элементов с аномально высокими содержаниями будет основной задачей для достижения этой цели.

Существуют различные методы поисков полезных ископаемых, важное место среди которых занимает геохимический, так как доказано, что именно геохимические поля напрямую связаны с рудным телом. Метод включает в себя лито-, атмо-, биогео- и гидрогеохимический метод и является одним из наиболее точных [3].

Методика геохимических исследований в общем случае основана на 4 фундаментальных положениях геохимии: закон о всемирном рассеянии элементов; всеобщая миграция химических элементов в пространстве и времени; многообразие существования химических элементов и преобладание рассеянного их состояния над концентрированным. То есть, для нахождения рудопроявления какого-либо химического элемента мы должны обнаружить его геохимическое поле – найти идеальное соотношение условий и отложений, способствующих его концентрации [2].

В ходе работ по подготовке геологической информации для создания комплекта Геосгеолкарт-200 второго поколения и оценки перспектив территории на металлы и другие полезные ископаемые производили геологическую (а параллельно и геохимическую) съемку местности, а также – проводили исследования по нахождению новых районов оруденений.

Территория работ в административном плане расположена в Кугарчинском, Зиянчурином, Зилаирском и Куюргазинском районах Республики Башкортостан, и в Тюльганском и Саракташском районах Оренбургской области. В тектоническом плане район работ находится в зоне сочленения Предуральского прогиба и Зилаирского синклинария. Большая часть площади (60 %) представлена поверхностью приподнятой денудационной равнины с грядово-холмистым рельефом; 40 % территории – остаточные горы западного склона Урала и косоприподнятый пенеплен Зилаирского плато, представляющий собой низкогорье с мягкими формами и склонами 11...15°, поросшими лесом разной густоты.

На начальной стадии на территории работ проводили литохимическую съемку по потокам рассеяния что дало возможность получить общую геохимическую и металлогенетическую характеристику района. Для получения более детальной информации о геохимической специализации отложений и сопутствующих руд было проведено литохимическое опробование коренных пород в ходе контрольно-уязвочных и поисковых маршрутов.

Литохимические поиски по вторичным ореолам рассеяния проводили с целью заверки аномалий, выявленных в процессе литохимической съемки по потокам рассеяния или предшествующими ГСР. Так как опыт работ на смежных листах показывает, что при условиях неполной обнаженности геологический осмотр при поисковых маршрутах не всегда эффективен. Зачастую источники аномалий концентрируются на закрытых участках и не могут быть выявлены на местности. В этих условиях представляется целесообразным наиболее контрастные аномалии рудного характера заверить литохимическими поисками по вторичным ореолам рассеяния масштаба 1:50 000 по сети 500x50м.

*Таблица*

*Фоновые и кларковые содержания химических элементов с Кк > 1*

	Глинистые	Песчаные	Карбонатные		Глинистые	Песчаные	Карбонатные
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	843,7	630,2	154,3	Ni	90,5	74,6	16,2
кларк	610	400	500	кларк	70	35	20
Sr	430,3	438,2	987,9	Zn	75,4	55,0	42,1
кларк	260	250	370	кларк	95	40	20
MnO	1880,7	1787,3	1572,1	As	5,1	4,9	4,5
кларк	700	400	400	кларк	5	1,2	2
Cr	138,3	165,4	17,9	Sb	5,0	5,2	5,4
кларк	90	35	11	кларк	1,4	0,2	0,15
Co	15,5	11,0	4,3				
кларк	19	9	1				

Стандартная методика отбора проб «донки» (по потокам рассеяния) – опробование илисто-глинистой и песчаной фракции аллювиальных отложений современных водотоков I-III порядков, из копушей глубиной более 20 см. Шаг опробования составляет в среднем 1000 м. Пробы коренных отложений отбирались в пунктах наблюдения методом точечного отбора из основных литологических разностей. В одну пробу объединяется 7-8

сколков, вес пробы до 500 г. Во время камерального этапа работ отобранные пробы подвергались обработке и подготовке к дальнейшему отправлению на анализ ПКАЭС (полуколичественный атомно-эмиссионный спектральный анализ) по 32 элементам [1].

Далее полученные результаты подвергались обработке. Были сравнены кларковые показатели трех разновидностей пород (глинистые, песчаные и карбонатные) по региону с фоновыми содержаниями тех же разновидностей. Элементы, фоновые содержания которых оказались ниже пределов чувствительности анализа, не учитывались при интерпретации (Nb, Ce, La, Cd, Bi, Ge).

Обобщение информации на начальных этапах осуществлялось статистическими и графическими методами с применением MS Excel. Ниже приведена таблица тех химических элементов, кларки концентраций которых превысили 1 (что говорит о возможности их накопления в данной среде). Высокие показатели характерны для глинистых пород, карбонатные же наоборот – в основном характеризуются низкими содержаниями элементов.

В числе элементов с аномально повышенными содержаниями – марганец и фосфор. Что согласуется с действительностью – район входит в фосфорито-марганцевоносную рудную зону. Основу геохимической специализации составляют Cr, Sr, Mn и Sb. Высокие содержания сурьмы (Кк больше 9) и др. требуют более полного изучения. Более достоверные выводы могут быть сделаны только лишь после полного изучения условий накопления осадков (тектоники, стратиграфии и т.д.), что планируется сделать в дальнейшем.

#### Литература

1. Геохимические методы поисков и разведки месторождений твердых полезных ископаемых / Под ред. А.А. Беус, С.В. Григорян. – М.: Недра, 1975. – 280 с.
2. Геохимия окружающей среды / Под ред. А.А. Беус, Л.И. Грабовской, Н.В. Тихоновой. – М.: Недра, 1976. – 248 с.
3. Виноградов А.П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных пород земной коры // Геохимия. – 1962 – № 7. – С. 555–571.

### МЕТОД РАСЧЕТА ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИЛЛИТОВ И МОНТМОРИЛЛОНИТОВ МЕТОДОМ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

А.В. Ощепкова

Научный руководитель с.н.с. В.А. Бычинский

*Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск, Россия  
Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия*

Специфика процессов выветривания, проявляющаяся в химическом составе и структуре глинистых минералов, позволяет реконструировать изменения окружающей среды, происходившие в геологическом прошлом. Характерными представителями глинистых минералов являются иллиты и монтмориллониты, в особенностях структуры и состава которых отражается динамика изменения физико-химических условий отдельных стадий того или иного геологического процесса. Это связано с тем, что эти смешанослойные минеральные индивиды обычно представляют собой промежуточное звено в ряду стадийных преобразований одних слоистых силикатов в другие. Возможность такого рода трансформаций в значительной степени предопределена самой природой слоистых силикатов, у которых силы связи между атомами в пределах слоя существенно выше, чем между слоями. Поэтому межслоевые промежутки глинистых минералов (иллитов, смектитов, хлоритов и т. д.) - наиболее слабое звено, с которого и начинается всякое твердофазное превращение слоистых силикатов из одного структурного типа в другой без радикальной перестройки всей структуры [7, 4].

Формула иллита как минерального вида может быть записана как  $K_{<1}Al_{<2}[(Si,Al)_4O_{10}][OH]_2 \cdot nH_2O$  [1], или  $K_{0.75}(Al_{1.75})Re^{2+}_{0.25}(Al_{0.5}Si_{3.5})O_{10}(OH)_2$ , где  $Re^{2+}$  – это  $Fe^{2+}$ , Ca, Mg [4]. В большинстве случаев иллит представляет продукт частичного гидролиза мусковита и в ряде случаев при этом появляются смешанослойные иллит-мусковитовые образования, к которым в большинстве случаев и применяется название гидромусковит. Кристаллическая структура иллита мало отличается от структуры мусковита и представляет собой несколько разрыхленную укладку слоистых пакетов с недостатком катионов как в межслоевом промежутке, так и в гиббситовом октаэдрическом слое. Межслоевое пространство, частично освобожденное от катионов, занимают молекулы воды, отчасти, возможно, ионы гидроксония  $H_3O^+$  [1]. Иллит часто обнаруживается в почвах, образовавшихся на кислых и средних по составу изверженных горных породах, в ассоциации с монтмориллонитом [1]. Иллиты формируются в нейтральной среде; в щелочных условиях кристаллизуются монтмориллонитовые минералы – диоктаэдрические богатые алюминием смектиты, у которых величина октаэдрического отрицательного заряда превышает величину тетраэдрического некомпенсированного заряда [2]. Общая формула монтмориллонита –  $(Mg_{0.33}Al_{1.67})[Si_4O_{10}][OH]_2 \cdot nH_2O$  [1], или  $(M_x/nH_2O)Si_4(Al_{2-x}Mg_xFe^{2+})O_{10}(OH)_2$ , где M - катионы Ca, Mg, Na и др., а x меняется от 0,1 до 0,6 [4].

Основной метод изучения глинистых минералов – рентгенофазовый анализ, представляющий информацию в виде рентгенограмм, по пикам которых идентифицируются минералы. Полученную таким образом информацию сложно согласовать с химическим составом и вывести однозначную стехиометрическую формулу.

Пересчет результатов химического анализа минералов на кристаллохимические формулы является одним из необходимых условий для выяснения закономерностей вхождения элементов в кристаллические решетки различного типа и установления характера связи между химическим составом и физическими свойствами минерала. Реальные минералы в отношении своего химизма практически никогда не могут рассматриваться в качестве соединений постоянного состава, поскольку содержат то или иное изменяющееся от индивида к индивиду

## СЕКЦИЯ 2. МИНЕРАЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ И ПЕТРОГРАФИЯ

количество примесей [1]. Описание минерального индивида кристаллохимической формулой с учетом проявленного в нем изоморфизма требует понимания особенностей определения химического состава.

Согласование данных химического состава, стехиометрической формулы минерала и его термодинамических свойств возможно осуществить при помощи термодинамического моделирования программным комплексом «Селектор» [5]. Предлагаемый способ расчета позволяет описывать сложные природные глинистые минералы при помощи модели твердых растворов и определять термодинамические свойства этих минералов по двойственным решениям с помощью метода минимизации свободной энергии.

Разработка методики расчета стехиометрической формулы и термодинамических свойств глинистых минералов из химического состава проводится по опубликованным литературным данным. В работе [6] представлены результаты комплексного исследования слоистых минералов, в том числе иллита (образец 1), данные исследования химического состава и определение энтальпии образования природных монтмориллонитов опубликованы Л.П. Огородовой с соавторами [3] (образцы 2-4). Исходными данными для моделирования являются данные химического состава минералов. В наших расчета они пересчитаны в моль/100 г (табл. 1).

**Таблица 1**

**Химический состав глинистых минералов (весовые проценты)**

Образец	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O
1	53,00	23,00	5,05	2,10	0,00	0,30	8,11	5,90
2	52,67	19,73	0,42	3,86	0,74	1,83	0,03	20,71
3	54,02	18,18	2,70	2,97	0,65	2,34	1,00	18,13
4	50,25	18,11	1,78	7,11	1,94	0,02	0,40	20,39

**Таблица 2**

**Сопоставление расчетных и литературных данных изучения глинистых минералов**

Образец	Данные	Формула	-ΔG <sup>0</sup> <sub>298,15</sub> кДж/моль	-ΔH <sub>298,15</sub> кДж/моль	S кДж/К
1	Расчет на ПК «Селектор»	$K_{0,708}Na_{0,04}Mg_{0,214}Fe_{0,327}Al_{1,857}Si_{3,626}O_{10}(OH)_2$	5395,452	5612,115	293,16 1
	Gailhanou et al, 2012 [1]	$K_{0,762}Na_{0,044}Mg_{0,241}Fe^{3+}_{0,292}Fe^{2+}_{0,084}Al_{2,01}Si_{3,387}O_{10}(OH)_2$	5345,18 ±8,49	5711,25 ±8,49	295,05 ±0,17
2	Расчет на ПК «Селектор»	$Na_{0,268}Ca_{0,06}Mg_{0,227}Al_{1,75}Si_{3,97}O_{10}(OH)_2$	5342,027	5684,459	364,30 8
	Огородова и др. (2013) [5]	$Na_{0,3}Ca_{0,1}Mg_{0,4}Al_{1,7}Si_{3,9}O_{10}(OH)_2$		5677,6±7,	
3	Расчет на ПК «Селектор»	$Na_{0,3}K_{0,09}Ca_{0,047}Mg_{0,16}Al_{1,5}Fe_{0,14}Si_{3,78}O_{10}(OH)_2$	4733,523	4771,369	1381,3 6
	Огородова и др. (2013) [5]	$Na_{0,4}K_{0,1}Ca_{0,1}Mg_{0,3}Al_{1,6}Fe_{0,1}Si_{3,9}O_{10}(OH)_2$		5614,3±7,0	
4	Расчет на ПК «Селектор»	$K_{0,04}Na_{0,003}Ca_{0,16}Mg_{0,44}Al_{1,69}Fe_{0,1}Si_{3,984}O_{10}(OH)_2$	5416,181	5715,385	507,48 9
	Огородова и др. (2013) [5]	$K_{0,1}Ca_{0,2}Mg_{0,8}Al_{1,6}Fe_{0,1}Si_{3,7}O_{10}(OH)_2$		5719±11	

Далее, программным комплексом «Селектор» химический состав пересчитывается на минеральный и определяются термодинамические свойства полученных минералов (энергия Гиббса, энтальпия и энтропия). Расчетный глинистый минерал описывается с помощью набора миналов равновесного твердого раствора. Всего в модель включено 60 миналов, и их количественное соотношение позволяет охарактеризовать структуру и состав реальных минералов. Соотношения миналов пересчитаны в единую стехиометрическую формулу. Результаты расчетов представлены в таблице 2.

Результаты моделирования демонстрируют хорошую сходимость с аналитическими данными в большинстве образцов. Основным достоинством данного подхода является то, что список миналов твердого раствора может корректироваться, а в результате расчетов определяется не только энтальпия минерала, но также свободная энергия и энтропия. Следует учитывать, что элементы примеси могут свидетельством существования других фаз. Отклонения в расчетных величинах связаны, вероятно, с несовершенством на данном этапе модели твердых растворов. Соотношение кремния к алюминию, характерное для байкальских отложений, для которых данные миналы разрабатывались, не позволяет описывать более бедные алюминием минералы.

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ № 16-17-10079.

Литература

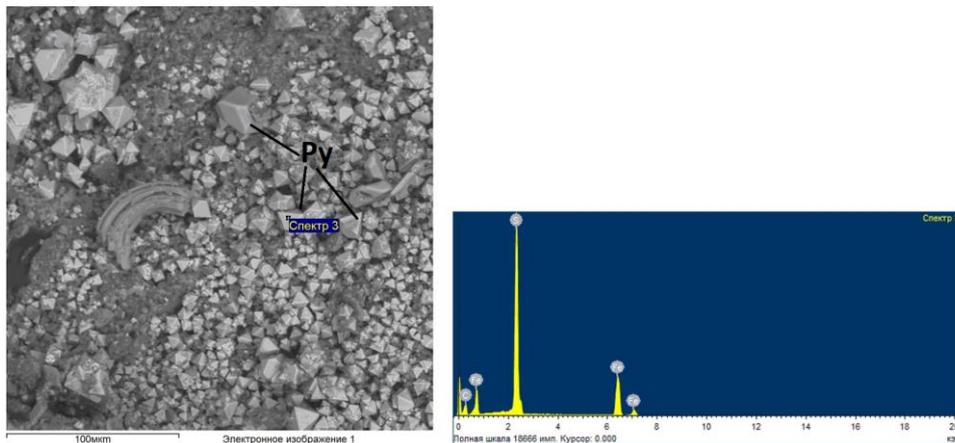
1. Бетехтин А.Г. Курс минералогии: учебное пособие. – М.: КДУ, 2007. – 720 с.
2. Дриц В.А., Коссовская А.Г. Глинистые минералы: смектиты, смешанослойные. – М.: Наука, 1990. – 214 с.
3. Огородова Л.П., Киселева И.А., Мельчакова Л.В., Вигасина М.Ф., Крупская В.В. Термохимическое изучение природного монтмориллонита // Геохимия, 2013. – № 6. – С. 541–551.
4. Солотчина Э.П. Структурный типоморфизм глинистых минералов осадочных разрезов и кор выветривания. – Новосибирск: Академ. изд-во «Гео», 2009. – 234 с.
5. Чудненко К.В. Термодинамическое моделирование в геохимии: теория, алгоритмы, программное обеспечение, приложения. – Новосибирск: Изд-во «Гео», 2010. – 287 с.
6. Gailhanou H., Blanc P., Rogez J., Mikaelian G., Kawaji H., Olives J., Amouric M., Denoyel R., Bourrelly S., Montouillou V., Vieillard P., Fialips C.I., Michau N., Gaucher E.C. Thermodynamic properties of illite, smectite and beidellite by calorimetric methods: Enthalpies of formation, heat capacities, entropies and Gibbs free energies of formation // Geochimica et Cosmochimica Acta, 2012. – № 89. – P. 279–301.
7. Srodon J. Nature of mixed-layer clays and mechanisms of their formation and alteration // Ann. Rev. Earth Planet. Sci. USA, 1999. – V. 27. – P. 19–53.

**ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ ЭПИГЕНЕТИЧЕСКИХ МИНЕРАЛОВ  
ПРОДУКТИВНОГО ПЛАСТА ЮС<sub>2</sub> НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ X  
И.К. Пугачёв**

Научный руководитель доцент Е.Е. Пугачёва

**Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Нефтяное месторождение X находится в Сургутском районе Тюменской области Ханты-Мансийского автономного округа, в 90 км к юго-востоку от г. Нефтеюганск, в междуречье рек Большой Юган и Большой Балык [4]. Месторождение расположено в Сургутском нефтегазоносном районе Среднеобской нефтегазоносной области Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.



**Рис. 1 Основные формы минеральной фазы пирита (марказита?) (Py) и его энергодисперсионный спектр**

В керне скважины № 55 к. 17 в интервале 3010...3010,5 м, продуктивного пласта ЮС<sub>2</sub>, в тонких прослоях (мощностью от 1 до 5 см) аргиллита, переслаивающегося со светло-серым тонкозернистым песчаником, макроскопически были отмечены рассеянные кристаллы светло-серого цвета размером менее 0,1 мм, имеющие в отраженном свете сильный стеклянный блеск. Оценка химического состава минералов проводилась в ЦКП ТГУ «Аналитический центр геохимии природных систем» на электронном сканирующем микроскопе Tescan Vega II LMU. В аргиллите были обнаружены пирит, барит, ангидрит и самородная сера.

Кристаллы пирита (марказита?) (FeS<sub>2</sub>) октаэдрического габитуса широко рассеяны по основной глинистой массе и преобладают над другими кристаллическими формами, представлены они преимущественно хорошо ограниченными октаэдрами, на некоторых видны двойники прорастания (рис. 1). Размер кристаллов составляет от 5 до 30 мкм. Грани ровные, дефектов не отмечается.

Барит (BaSO<sub>4</sub>) имеет ограниченное распространение, представлен мелкими агрегатами размером 1...3,5 мкм неправильной формы, развивающимися на гранях и ребрах кристаллов октаэдрического пирита (марказита?).

Ангидрит (CaSO<sub>4</sub>) встречается довольно редко, его кристаллы имеют наибольшие размеры – 20...200 мкм. Отмечается сросток кристаллов таблитчатой формы, на котором отчетливо заметны плоскости роста, а также прорастание по ангидриту мелких ограниченных октаэдров пирита (марказита).

Самородная сера (S) образует кристаллы игольчато-призматической, копьевидной формы, размеры варьируют от 50 до 220 мкм, иногда кристаллы образуют параллельные сростки (рис. 2). Грани кристаллов не имеют

дефектов, на них отмечаются плоскости двойников срастания. Такой облик кристаллов указывает на одну из полиморфных модификаций серы – моноклинную серу ( $\beta$ -серу) [2]. В природных условиях наиболее устойчивой является ромбическая модификация —  $\alpha$ -сера (ромбическая сера). При атмосферных давлении и температуре выше  $96,5^\circ\text{C}$  ромбическая  $\alpha$ -сера переходит в  $\beta$ -серу моноклинной сингонии.

На основании установленных морфологических признаков кристаллов сульфидов и их взаимного расположения возможно предположить последовательность и варианты условий их формирования в породах пласта ЮС<sub>2</sub> нефтяного месторождения X на этапе эпигенеза.

1. Первоначально, по основной сплошной глинистой массе сформировались кристаллы ангидрита. Помимо возможности образования в условиях осадочного процесса, образование ангидрита может происходить и при активной роли флюидов в гидротермальной системе [6].

2. Следующим за ангидритом формировались кристаллы пирита (марказита?). Недостаток железа или избыток серы в системе образования минералов приводят к преобладающему росту кристаллов пирита октаэдрического и кубоктаэдрического габитусов, которые отличаются по своим морфологическим особенностям от пирита, образующегося на стадии диагенеза в нефтесодержащих породах [5]. Избыточным источником серы могут быть сульфат-ионы пластовых вод или сера нефтей. Сульфидная минерализация в осадочных породах современных бассейнов осадконакопления устанавливается диагенетического и гидротермального происхождения, при этом сульфиды гидротермального происхождения образуют явные кристаллически-зернистые формы [1].

3. После формирования кристаллов пирита (марказита?) октаэдрического габитуса происходило образование агрегатов барита. В настоящее время установлено, что сульфатная минерализация в отложениях дальневосточных бассейнов может быть связана с диагенетическими и гидротермальными процессами [1].

4. Последним сформировавшимся минералом является самородная сера, выделение которой происходило в достаточно стабильных геохимических условиях, способствующих росту кристаллов при температуре окружающего пространства выше  $96,5^\circ\text{C}$  [2]. Возможно допустить два варианта формирования кристаллов моноклинной серы: на стадии катагенеза в условиях высоких температур из органических остатков, рассеянных в основной глинистой массе; при воздействии на вмещающие породы высокотемпературного флюида. Второй вариант представляется наиболее вероятным с учётом установленных морфологических особенностей минерального вида сульфида.

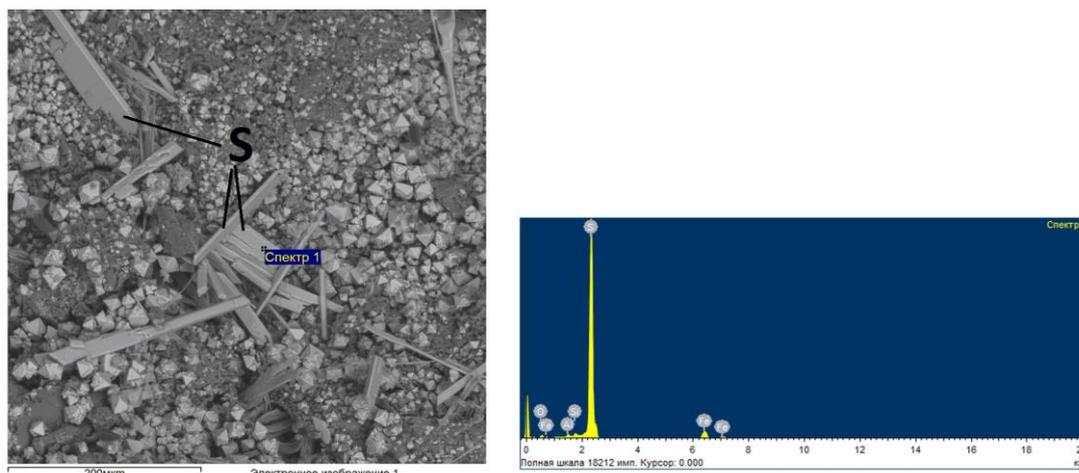


Рис. 2 Основные формы минеральной фазы самородной  $\beta$ -серы (S) и ее энергодисперсный спектр

При выявлении связи сульфидных и сульфатных минералов с залежами углеводородов на ряде месторождений отмечалось, что процессы миграции рудных и углеводородных флюидов являются типично гидротермальными и часто совместными [3]. В пределах осадочных пород условия их локализации близки, а места локализации территориально сближены. Сростки сульфидных минералов, барита и ряда других рудных минералов для осадочного рудогенеза являются запрещенными и характерны для гидротермального комплекса минералов, которые связаны с проницаемыми тектоническими нарушениями.

Таким образом, рассмотренная минеральная ассоциация (пирит, барит, ангидрит и самородная сера) является продуктом наложенного эпигенеза на ранее сформированные толщи осадочных пород. Определяющий фактор в их формировании принадлежит гидротермальным растворам и минерализованным флюидам в сложных тектонически деформированных нефтеносных породах.

В настоящее время изученность залежей нефти в пласте ЮС<sub>2</sub> является недостаточно детальной, хотя и продолжает оставаться основным резервом прироста запасов углеводородов в Сургутском районе [4]. Установленные постседиментационные изменения продуктивного песчано-глинистого слоя уменьшают объём пор, усложняют их морфологию, что влияет на ёмкостные свойства коллекторов и пути миграции углеводородов в продуктивном пласте.

#### Литература

1. Астахова Н.В. Аутигенная минерализация в позднекайнозойских отложениях Охотского и Японского морей: Автореферат дис. ... канд. геол.-минер. наук. – Владивосток, 1990. – 17 с.

2. Бетехтин А.Г. Курс минералогии: учебное пособие. – М.: КДУ, 2007. – 721 с.
3. Ваньшин Ю.В., Лихоман А.О. Проблема взаимосвязи сульфидных минералов с залежами углеводородов // Разведка и охрана недр. – 2009. – № 12. – С. 33–37.
4. Николаева Е.В. Особенности геологического строения продуктивных объектов пластов ЮС<sub>2</sub> и АС<sub>4-12</sub> Сургутского района в связи с их разведкой и доразведкой: Автореферат дис. ... канд. геол.-минер. наук. – Новосибирск, 1993. – 17 с.
5. Пшеничкин А.Я. Кристалломорфология пирита из нефтеносных пород Томской области // Академический журнал Западной Сибири. – Тюмень, 2015. – № 4 (59). – Т. 11. – С. 32–33.
6. Giggenbach, W.F. The origin and evolution of fluids in magmatic-hydrothermal systems // Geochemistry of hydrothermal ore deposits, 3rd edition. – New York: John Wiley, 1997. – P. 737–796.

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ОБЪЕКТОВ КАРЫМШИНСКОГО РУДНОГО УЗЛА (ЦЕНТРАЛЬНАЯ КАМЧАТКА)

<sup>1</sup>Ю.Л. Светлова, <sup>2</sup>Е.И. Лобзин, <sup>3</sup>А.А. Гайчуков

Научный руководитель профессор Ю.Б. Марин

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург,

<sup>2</sup>Северо-Восточное ПГО,

<sup>3</sup>Камчатский государственный университет

им. Витуса Беринга, г. Петропавловск-Камчатский, Россия

Карымшинский рудный узел приурочен к юго-восточной части Центрально-Камчатского мегаблока Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. Первые геологоразведочные работы на Карымшинской площади (Карымшинский и Геофизический участки) проводились в 1960 году Плотниковской партией, в результате которых было выявлено перспективное рудопоявление, а геологоразведочными работами 70-80 гг. установлено его сходство с успешно отрабатываемыми золото-серебряными месторождениями (Асачинское, Родниковское, Агинское, Озерновское) [1, 2]. В это же время Карымшинский рудный узел был выделен как главная металлогеническая структура площади, но из-за застоя в экономическом развитии региона в период 1990-2000 гг. все геологоразведочные работы были остановлены. Сейчас этот объект вновь заинтересовал Министерство природных ресурсов и экологии РФ и в 2017 г. были начаты масштабные геологоразведочные работы на Карымшинском и Северном участках (последний ранее не изучался). Проведены поисковые маршруты, пройдены каналы, выполнена площадная геохимическая съемка по вторичным ореолам рассеяния и электроразведка методом СГ-ЧП и СГ-ВП. В полевой сезон-2018 АО «Северо-Восточное ПГО» планирует выполнить: бурение колонковых скважин, электроразведку методом ВЭЗ-ВП и заверку выделенных аномалий магистральными каналами. Предполагается выявление новых гидротермальных золото-серебряных жильных зон и жил, а также площадных зон гидротермально измененных пород, приуроченных к субвулканическим интрузиям миоценового комплекса в пределах Карымшинской площади.

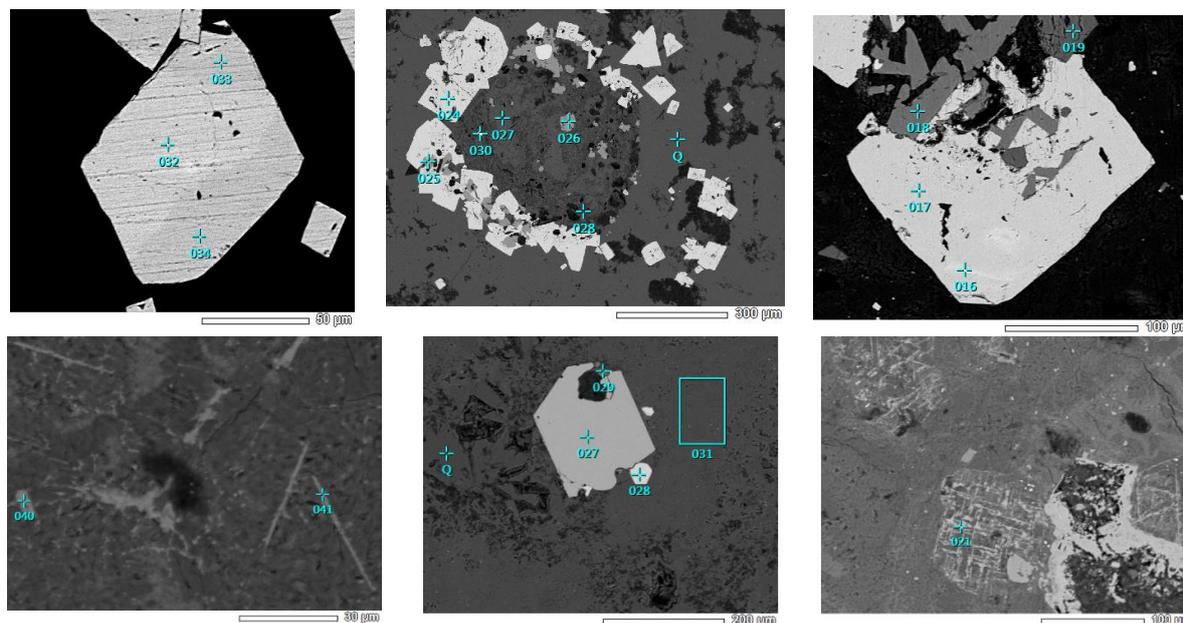
Планируется проведение минералого-геохимических исследований, сопровождающих геологоразведочные работы, с целью подтверждения предположения 80-х годов о переходе верхнего уровня эпitherмальной системы на более нижние гипсометрические уровни в зону стволовых жил с продуктивным оруденением с содержанием золота 6,8 г/т и серебра до 39 г/т; в центральной части рудопоявления содержания золота достигают 137 г/т [5]. Детальное изучение золото-серебряной минерализации, установление формы нахождения благородных металлов и выявление условий формирования оруденения необходимы для оценки перспективности рудопоявлений Карымшинского рудного узла и повышения эффективности поисково-разведочных работ в этом и сопредельных районах [3].

По результатам ранее проведенного технологического исследования руд было выявлено, что рудные минералы распространены весьма неравномерно, их количество в жильном материале обычно менее 1 %, редко 3...5 %, но в отдельных гнездах и обогащенных линзах достигает 20 % и более. Рудная минерализация распределяется в виде тонкой вкрапленности, струйчатых, прожилковидных выделений, гнездовых скоплений в гидрослюдисто-адуляр-кварцевом минеральном агрегате. Промышленную ценность определяют золото и серебро. Золото встречается в самородном виде, серебро в виде теллурида (гессит), сульфидов (аргентит, акантит) и сульфосолей (прустит, пираргирит). Руды относятся к убого-сульфидному теллуриднему (блеклорудно-гесситовому) минеральному типу золото-серебряной формации. Отношение золота к серебру изменяется в довольно широких пределах – от 1:1 до 1:10...15 и в среднем составляет 1:5. Основные рудные минералы представлены пиритом, гесситом, блеклыми рудами, золотом и халькопиритом. Второстепенные – халькозином, борнитом, сфалеритом, галенитом; редкие – аргентитом, алтаитом, апатитом, пираргиритом, пруститом, тетрадимитом, висмутином, антимонитом, пирроотином, гематитом, ильменитом, магнетитом, лейкоксеном. Среди гипергенных обнаружены: «лимонит», ковеллин, малахит, азурит, пирролюзит, церуссит [4]. В результате петрографического и минераграфического исследования руд можно сказать, что наиболее богаты рудами метасоматические образования и кварц-адулярные жилы. Структуры руд преимущественно неоднородные мелко- и среднезернистые, нередко криптозернистые. Текстуры весьма разнообразны – прожилковые, колломорфно-полосчатые, брекчиевые, пятнистые.

Богатые руды характеризуются колломорфно-полосчатыми и брекчиевыми текстурами. Зачастую в полосчатых рудах между полосками мелко-криптозернистого кварца разного цвета и адуляр-гидрослюдистого агрегата локализуются линзовидные и мелкогнездовые скопления гессита, золота и блеклой руды.

Брекчиевые текстуры обусловлены дроблением кварца ранних стадий минерализации, наличием в жилах обломков вмещающих пород и цементацией их кварцевым, кварц-адулярным агрегатом с рассеянной

микропрожилковой и гнездово-вкрапленной рудной минерализацией, либо более поздним среднезернистым кальцитом.



**Рис. 1** Фотографии участков прозрачно-полированных иллитов: а – кристалл пирита с отчетливой анатомической неоднородностью, в точках 033 и 032 выявлена примесь As, 034 беспримесный пирит; б – беспримесный пирит (024) в сростании с рутилом (025); в – разрушенный кристалл пирита с неоднородным внутренним строением (примесь As обнаружена в точке 016), включением галенита (017), рутила (018) и апатита (019); г – игольчатые кристаллы молибденита (040,041); д – кристалл ильменита (027), циркона (028), апатита (029) и масса раскристаллизованного вулканического стекла (031); е – замещение ильменитом (021) с повышенным содержанием As

Технологические испытания руд показали их легкую обогатимость и возможность высокого извлечения золота и серебра по схеме прямого цианирования, которая обеспечивает извлечение 97,6 % золота и 96 % серебра, с содержанием золота 0,1 г/т и серебра 0,8 г/т в «хвостах» руд.

Стоит принимать во внимание то обстоятельство, что оруденение на Камчатке молодое, процессы рудообразования и гипергенеза идут до сих пор, поэтому полученные предшественниками результаты исследований Карымшинского рудного узла могли существенно измениться.

На данный момент в лабораториях АО «Северо-Восточное ПГО» и ИГГД РАН проведены пробирный, полуколичественный спектральный, спектроскопометрический и микрозондовый анализы пород и руд, а также петрографическое исследование пород с целью выявления зональности околорудных метасоматитов.

По результатам собственных работ 2017 года средние содержания золота в изучаемой фланговой части рудопоявления по данным спектроскопометрического анализа составляют 0,421 г/т (по 208 пробам), максимальные варьируют от 3,00 до 5,56 г/т. По результатам пробирного анализа 25 проб средние содержания золота не превышают 1,5...2,0 г/т (в единичных пробах 3,68...5,56 г/т). В большей части проб серебро не было выявлено, в единичных пробах – содержания составляют 20,7 и 52,2 г/т.

По результатам микрозондового анализа были выявлены некоторые особенности внутреннего строения рудных минералов, их химизм и взаимоотношения с минералами основной массы вулканитов (рис.).

Планируется проведение термобарогеохимического исследования газовой-жидкой включений, атомно-абсорбционный анализ на Au, масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой на 26 элементов и изотопные исследования U-Pb методом и изотопный состав S. Выполненные и планируемые лабораторные исследования в совокупности с результатами геологоразведочных работ позволят выявить минералого-геохимические особенности золото-серебряного оруденения, уточнить формационную принадлежность рудопоявления и оценить перспективы их разработки.

#### Литература

1. Краткая объяснительная записка. Каталог месторождений, проявлений, пунктов минерализаций и ореолов рассеяния полезных ископаемых. Карта полезных ископаемых Камчатской области масштаба 1:500 000 // Под ред. А.Ф. Литвинов, М.Г. Патока (Камчатгеолком), Б.А. Марковский (ВСЕГЕИ). – Петропавловск-Камчатский: СП КФ ВСЕГЕИ, 1999. – 520 с.
2. Округин В.М., Ким А.У., Москалёва С.В., Округина А.М., Чубаров В.М., Агаськин Д.Ф. О рудах Асачинского золото-серебряного месторождения (Южная Камчатка) // Материалы ежегодной конференции, посвященной Дню вулканолога «Вулканизм и связанные с ним процессы». Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2014. – С. 330–334.

- Петренко И.Д. Золото-серебряная формация Камчатки. – Петропавловск-Камчатский: СП КФ ВСЕГЕИ, 1999. – 115 с.
- Сахарова М.С. Батракова Ю.А., Брызгалов А.И. Типоморфизм минералов золото-серебряных месторождений // Типоморфизм минералов и минеральных ассоциаций. – М.: Наука, 1986. – С. 78–88.

### НЕОДНОРОДНОСТЬ АЛМАЗООБРАЗУЮЩЕЙ СРЕДЫ В ПРЕДЕЛАХ АЛАКИТ-МАРХИНСКОГО КИМБЕРЛИТОВОГО ПОЛЯ

А.В. Скоморохова

Научный руководитель старший научный сотрудник А.М. Логвинова

*Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН,*

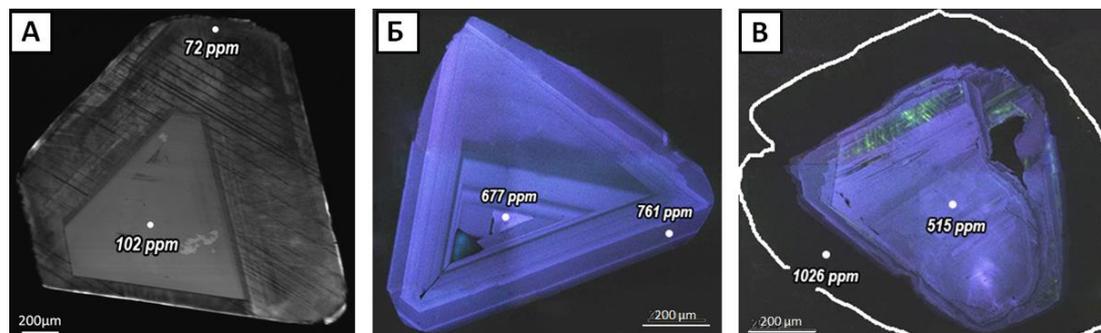
*Новосибирский национальный исследовательский государственный университет,  
г. Новосибирск, Россия*

Проблема генезиса алмазов является фундаментальной и до настоящего времени остается дискуссионной. Алмазы из близлежащих трубок нередко отличаются по ряду характеристик, что указывает на неоднородность среды алмазообразования в пределах одного кимберлитового поля [3]. Использование типоморфных особенностей алмазов из кимберлитовых тел имеет важное значение для прогнозирования коренного источника алмазов из россыпей и уровня их потенциальной алмазоносности. Именно результаты комплексного исследования кристаллов методами оптической спектроскопии с учетом их морфологии способствуют выяснению генетической принадлежности аллювиальных алмазов либо к конкретным кимберлитам, либо к другому невыясненному источнику, что в конечном итоге ведет к более эффективному поиску месторождений алмазов.



*Рис. 1. Морфология кристаллов алмаза из кимберлитовых трубок Айхал (А – додекаэдрон, Б – алмаз оболочечного типа) и Комсомольская (В – плоскогранный октаэдр)*

Методом катодолуминесценции и инфракрасной спектроскопии с использованием инфракрасного спектрометра FTIR Vertex 70 с микроскопом Nippon 2000 (Япония) было выявлено распределение дефектно-примесного состава в 55 алмазах разного габитуса и окраски из месторождений Комсомольская и Айхал. На снимках алмазных пластинок в катодолуминесцентном излучении видны особенности внутреннего строения кристаллов рассматриваемых типов и распределение азота по ростовым зонам (рис. 2). Показано, что в оболочечных алмазах из трубки Айхал контрастно выделяется ядро (рис. 2 В). Это может свидетельствовать о смене условий роста в момент времени, соответствующий границе ядро-оболочка.



*Рис. 2. Изображение алмазов в катодолуминесцентном излучении. Цифрами обозначено содержание азота по зонам роста кристаллов алмаза из кимберлитовых трубок Комсомольская (А – малоазотный алмаз) и Айхал (Б – алмаз с равномерным распределением азота, В – алмаз в «оболочке»)*

Содержания азота в алмазах обеих трубок сильно варьируют, однако неоднородность распределения примеси азота в пределах одного кристалла выявляет несколько закономерностей: содержание азота в центральной части алмаза либо заметно больше, чем в краевой, либо заметно меньше, либо значения сопоставимы. В трубке Комсомольская кристаллов с равномерным распределением азота гораздо больше, чем с уменьшением или увеличением от центра к периферии, а в трубке Айхал количество алмазов с равномерным распределением азота сопоставимо с другими группами.

Таблица

Дефектно-примесный состав алмазов из кимберлитовых трубок Комсомольская и Айхал

Образец		A	B1	C	N	% B1
		ат. ppm				
Kmsm-128	центр	40	30	0	70	43
	край	50	30	0	80	38
Kmsm-120	центр	20	40	0	60	67
	край	130	30	0	160	19
Kmsm-119	центр	550	100	0	650	15
	край	240	30	0	270	11
Ahl-20	центр	790	490	0	1280	38
	край	680	370	0	1050	35
Ahl-17	центр	30	20	0	50	40
	край	330	170	0	500	34
Ahl-42	центр	590	290	0	880	33
	край	370	110	0	480	23
Ahl-94	центр	250	570	0	820	70
	край	910	0	130	1040	0
Ahl-95	центр	640	110	0	750	15
	край	880	0	80	960	0

Примечание. A, B1 и C – содержание дефектов A-, B1- и C-типа,  
N – общее содержание азота, % B1=B1·100 %/(A + B1)

Данные по основным дефектно-примесным характеристикам исследованных алмазов приведены в таблице. Распределение азота в форме A- и B-дефектов в окрашенных кристаллах, как правило, неравномерное, что было отмечено для алмазов в оболочке из многих месторождений [4]. Желтые «оболочечные» алмазы имеют зональное строение: заметно повышенное содержание азота в краевой части кристалла относительно его центра (1040 ат. ppm и 820 ат. ppm соответственно) и высокую степень агрегации азота B1-центров в ядре (табл.). Ядерные зоны, как правило, имеют характеристики большинства октаэдров алмаза в трубке. Иногда фиксируется и обратное распределение содержания азота. Такие кристаллы из трубки Айхал имеют двустадийное образование. Сначала формировались октаэдрические ядра кристаллов, характеризующиеся широкими вариациями содержания азота и высокой степенью его агрегации, что обусловлено различными условиями пребывания в мантии. Следующим этапом было обрастание ядерной части октаэдрических кристаллов волокнистой оболочкой из относительно гомогенного в отношении изотопного состава углерода источника [4]. Кристаллы алмаза из трубки Комсомольская характеризуются меньшим разбросом значений содержания азота в A- и B- форме по сравнению с кристаллами из трубки Айхал. В трубке Комсомольская отмечено большее количество малоазотных алмазов ( $N_{\text{общ.}} \leq 350$  ат. ppm), в то время как в трубке Айхал безазотных кристаллов почти не встречено и среднее содержание азота в алмазах фиксируется около 650 ат. ppm. Соотношение дефектов позволяет предположить некоторые генетические особенности кристаллов. Небольшое содержание азота и относительно высокая степень агрегации (30...50 %) большинства алмазов из трубки Комсомольская свидетельствуют об образовании и длительном нахождении их в мантийных условиях и предполагает существование на глубине более 200 км алмазов с относительно низким содержанием азота. Относительно высокая степень агрегации азота в центральных частях оболочечных алмазов из тр. Айхал свидетельствует, что образование ядер и оболочек происходили при разных температурных режимах и значительно были разорваны во времени. Возможно, что ядерные зоны таких кристаллов образовались в схожих условиях с образованием высокоагрегированных октаэдрических алмазов из этой же трубки. Полученные данные свидетельствуют о неоднородности алмазообразующей среды в пределах Алакит-Мархинского кимберлитового поля.

Работа выполнена при поддержке гранта Российского Фонда Фундаментальных Исследований №16-05-00841.

#### Литература

1. Зинчук Н.Н., Коптиль В.И. Особенности алмазов из кимберлитовых тел Сибирской платформы. – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2005. – 1663 с.
2. Харьков А.Д., Зинчук Н.Н., Зуев В.М. История алмаза. – М.: Недра, 1997. – 600 с.
3. Харьков А.Д., Зинчук Н.Н., Крючков А.И. Коренные месторождения алмазов мира. – М.: Недра, 1998. – 556 с.

4. Boyd S.R., Matthey D.P., Pillinger C.T., Milledge H.J., Mendelsohn M., Seal M. Multiple growth events during diamond genesis: an integrated study of carbon and nitrogen isotopes and nitrogen aggregation state in coated stones. – Earth Planet. Sci. Lett., 1987. – V. 86. – P. 341–353.

**ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА ФОИДОЛИТОВ КИЯ-ШАЛТЫРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФЕЛИНОВЫХ РУД (КУЗНЕЦКИЙ АЛАТАУ)**

**Д.Р. ФАТКУЛИН**

Научный руководитель доцент И.Ф. Гертнер

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

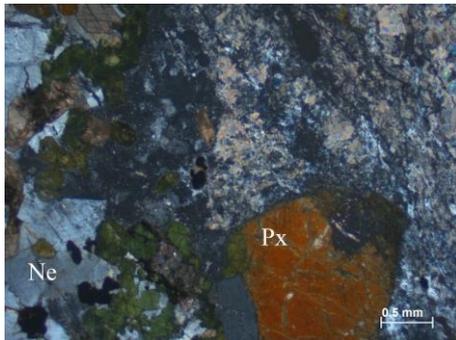
Цель работы – комплексная интерпретация результатов геологических, петрографических, минералогических и петрохимических исследований для построения генетической модели конкретной природной ассоциации – магматических фойдолитов Кия-Шалтырского месторождения нефелиновых руд (Кузнецкий Алатау).

В результате проведенного комплекса структурно-петрологических исследований фойдолитов Кия-Шалтырского массива было выделено четыре типа разновидностей, которые отражают генетические особенности условий кристаллизации высокоглиноземистых щелочных магм (рис. 1).

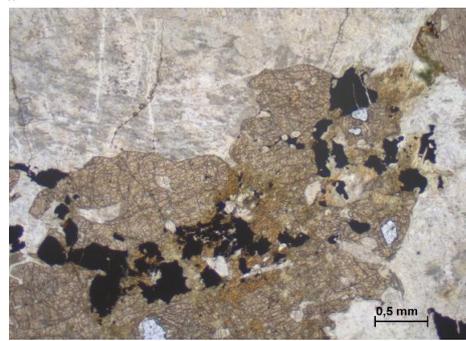
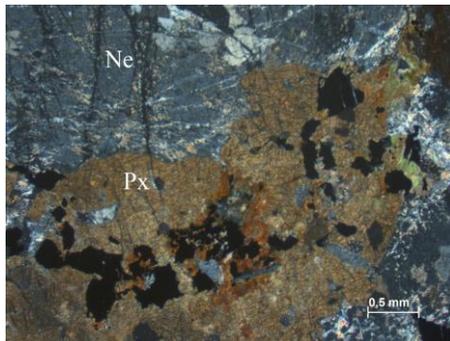
Первым типом фойдолитов является *уртиты*. Это светло-серые среднезернистые породы, обусловленные преобладанием кристаллов нефелина размеров от 4...6 мм. Пятнистый характер текстуры выражается в скоплении нефелиновых зерен в мономинеральные участки. Уртиты образовались в результате кристаллизационной фойдолитовой магмы.

Вторым типом являются *пегматоидные ийолиты*, которые выступают в роли продуктов остаточного расплава в процессе кристаллизации уртитов. На это указывают их непосредственные пространственно-генетические взаимоотношения – нахождение в пределах уртитового тела, невыдержанные извилистые границы. Пегматоидные ийолиты имеющие с уртитамы постепенный переход, обнаруживают чаще конформное залегание по отношению к рудному телу. Данная закономерность позволяет интерпретировать их в качестве элементов прототектоники, соответствующих полостям разрыва при частичной консолидации уртитов параллельного границам с последующим выполнением порциями остаточного расплава. Обогащенность состава пегматоидных ийолитов летучими компонентами ( $P_2O_5$ , S,  $CO_2$ ) подтверждает подобные выводы.

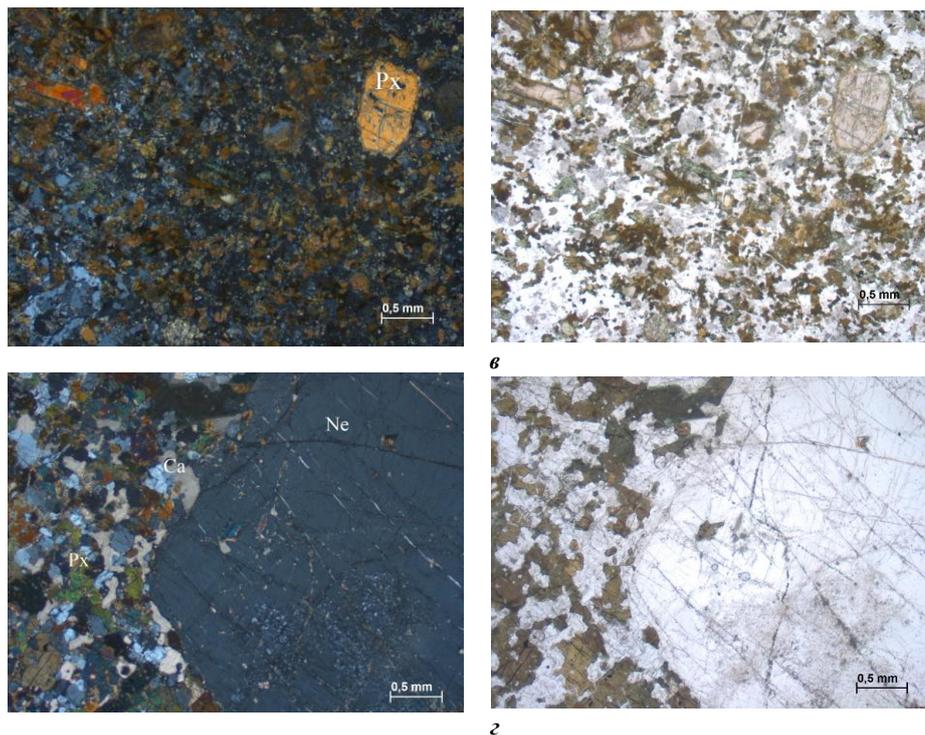
Более поздняя генерация представлена *микройолитами* и *ийолит-порфирами*, слагающими линейные или ромбовидные дайковые тела, с резкими секущими контактами. Нередко эти породы содержат округлые включения полнокристаллических уртитов, которые рассматриваются в качестве своеобразных «ксенолитов». Внедрение подобных расплавов происходило уже после консолидации уртитового тела и связано, вероятно, с образованием хрупких деформаций закристаллизованного твердого субстрата. Источником расплавов поздних ийолитов выступали, скорее всего, более глубокие горизонты магматической камеры, где окончательная кристаллизация фойдолитовой магмы еще не завершилась.



*a*



*б*



**Рис. 1** Типы ультраосновных фойдолитов в скрещенных николях и в одном николях: а) уртит (обр. КШ 21/12, Ne – нефелин, Px – клинопироксен), б) пегматоидный ийолит (обр. 13/21, Ne – нефелин, Px – клинопироксен); в) пегматоидный ийолит в) микроийолит (обр. КШ 21/13, Px – клинопироксен), г) ийолит-порфир (обр. № 3, Ne – нефелин, Px – клинопироксен, Ca – кальцит)

#### Литература

1. Войтенко Д.Н., Гертнер И.Ф. Особенности микроструктурного строения уртитов Кия-Шалтырского плутона (Кузнецкий Алатау) // Проблемы геологии и географии Сибири: матер. научн. конф. / Вестник ТГУ, серия «Науки о Земле». – Вып. 3. – Т. 3. – Томск: Изд-во Том. гос. ун-та, 2003. – С. 156–158.
2. Войтенко Д.Н., Гертнер И.Ф., Врублевский В.В., Сазонов А.М. Структурные аспекты локализации уртитового тела Кия-Шалтырского плутона // Петрология магматических и метаморфических комплексов. – Вып. 2. – Матер. научн. конф. – Томск: ЦНТИ, 2001. – С. 197–201.

## НОВЫЕ ПОДХОДЫ ПРИ ИЗУЧЕНИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВАЛЕНТНЫХ ФОРМ РТУТИ В ГЕТЕРОФАЗНЫХ ФЛЮИДАХ

Р.В. Фяйзуллина

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

Целью настоящего исследования стало предсказание поведения ртути в широком диапазоне температур и давлений. Это важно, как с позиций экологического мониторинга (всем известно, что ртуть является элементом первого класса опасности во всех средах), так и с позиции проблемы генезиса ртутных месторождений. Надёжные экспериментальные данные по составу доминирующих форм в газовой-паровой фазе в системе  $Hg^0-H_2O$  до сих пор отсутствуют, а данные о составе пара над водным раствором вызывают сомнения даже для комнатной температуры. Сравнение наших последних экспериментальных данных в восстановительных условиях при  $20...50^\circ C$  и экстраполяция высокотемпературных (до  $500^\circ C$ ) [1, 4] на стандартную температуру приводит к значениям растворимости жидкой ртути на 1,5-2 порядка более низким, чем результаты прямых определений растворимости  $Hg^0(ж)$  при этой температуре. Это связано с определяющим вкладом в растворимость при комнатной температуре возникающих окисленных форм. Для того, чтобы показать этот вклад для интервала температур  $0...100^\circ C$  в результате кинетических экспериментов изучено равновесие  $Hg^0(ж)-H_2O(ж)$  [4] и с помощью программного комплекса NCh, разработанного Ю.В. Шваровым [3], рассчитаны концентрации форм ртути в равновесной жидкой фазе (до  $100^\circ C$ ) (табл.).

Сравнительный анализ согласованных данных по растворимости  $Hg^0(p-p)$  и  $HgO(p-p)$  (сумма доминирующих форм  $HgO$  и  $Hg(OH)_2$ ) позволяет методами термодинамического моделирования (программный комплекс NCh [3]) сравнить температурные зависимости констант Генри  $Hg^0(p-p)$  и  $HgO(p-p)$  (рис. 1).

Показательно, что растворимость окисленных форм ртути (II) крайне экстремальна, в отличие от практического постоянства растворимости нуль-валентной ртути, в особенности в области низких температур.

Однако следует отметить, что кажущееся постоянство константы Генри  $Hg^{\circ}$  также слабо экстремально (рис. 2). Это сравнение способствует объективному анализу распределения валентных форм ртути при проведении экспериментальных и полевых исследований.

Для построения адекватных термодинамических моделей нами создана современная база данных термодинамических величин соединений ртути, включающая информацию о трёх конденсированных фазах ( $Hg^{\circ}(ж)$ ,  $HgO(тв.)$ ,  $Hg_2O(тв.)$ ), четырёх газовых частицах ( $Hg^{\circ}$ ,  $Hg_2^{\circ}$ ,  $Hg^+$ ,  $HgH^{\circ}$ ) и семи частиц водного раствора ( $Hg^{2+}$ ,  $HgO^{\circ}$ ,  $Hg(OH)_2^{\circ}$ ,  $Hg_2^{2+}$ ,  $HgOH^+$ ,  $HHgO_2^-$ ,  $Hg^{\circ}$ ). В результате совместной обработки экспериментальных данных, полученных при низких температурах в сильно восстановительной обстановке, так и высокотемпературных данных [2] впервые получены параметры модели НКФ Хельгесона-Киркхема-Флауэрса [5] для частицы  $Hg^{\circ}(p-p)$ . Для оценки качества параметров модели НКФ были рассчитаны энергии Гиббса частицы  $Hg^{\circ}(p-p)$  двумя способами: из экспериментов и с помощью модели НКФ. Результаты сопоставления приведены на рисунке 3.

Таблица

Концентрации водных частиц ртути в равновесии с донной фазой  $Hg^{\circ}(ж)$  и  $H_2O$  в диапазоне температур  $0...100^{\circ}C$ , рассчитанные с помощью программного комплекса HCh [3]

t, °C	$Hg^{2+}$	$HgO^{\circ}$	$Hg(OH)_2^{\circ}$	$Hg_2^{2+}$	$HgOH^+$	$HHgO_2^-$	$Hg^{\circ}$
0	7,45E-13	1,18E-04	9,94E-05	3,22E-22	3,32E-09	4,89E-13	8,11E-22
10	1,29E-12	1,47E-04	1,44E-04	2,15E-21	5,47E-09	9,50E-13	1,94E-20
20	2,06E-12	1,75E-04	1,99E-04	1,21E-20	8,75E-09	1,73E-12	2,96E-19
30	3,09E-12	2,02E-04	2,66E-04	5,97E-20	1,36E-08	2,98E-12	3,24E-18
40	4,43E-12	2,26E-04	3,44E-04	2,59E-19	2,07E-08	4,87E-12	2,76E-17
50	6,08E-12	2,49E-04	4,31E-04	1,01E-18	3,08E-08	7,63E-12	1,92E-16
60	8,05E-12	2,68E-04	5,25E-04	3,57E-18	4,48E-08	1,15E-11	1,14E-15
70	1,03E-11	2,84E-04	6,25E-04	1,15E-17	6,39E-08	1,67E-11	5,84E-15
80	1,28E-11	2,98E-04	7,28E-04	3,44E-17	8,94E-08	2,35E-11	2,67E-14
90	1,56E-11	3,08E-04	8,32E-04	9,54E-17	1,23E-07	3,21E-11	1,10E-13
100	1,84E-11	3,15E-04	9,34E-04	2,46E-16	1,66E-07	4,28E-11	4,16E-13

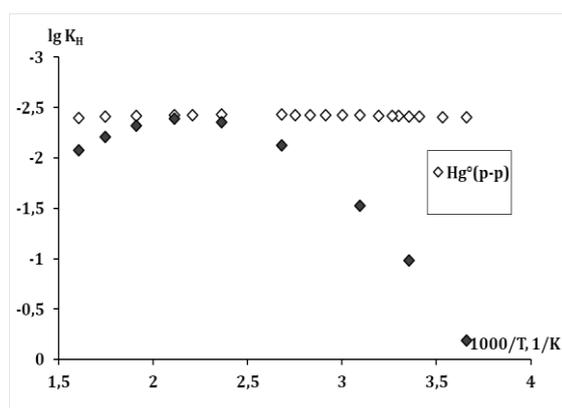


Рис. 1 Сравнение величин констант Генри для окисленной и нуль-валентной форм ртути

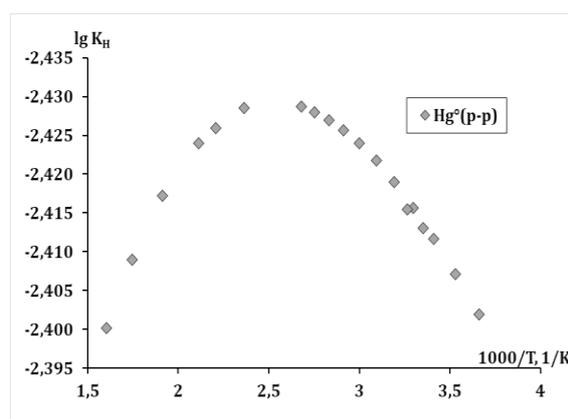


Рис. 2 Величина константы Генри для нуль-валентной ртути

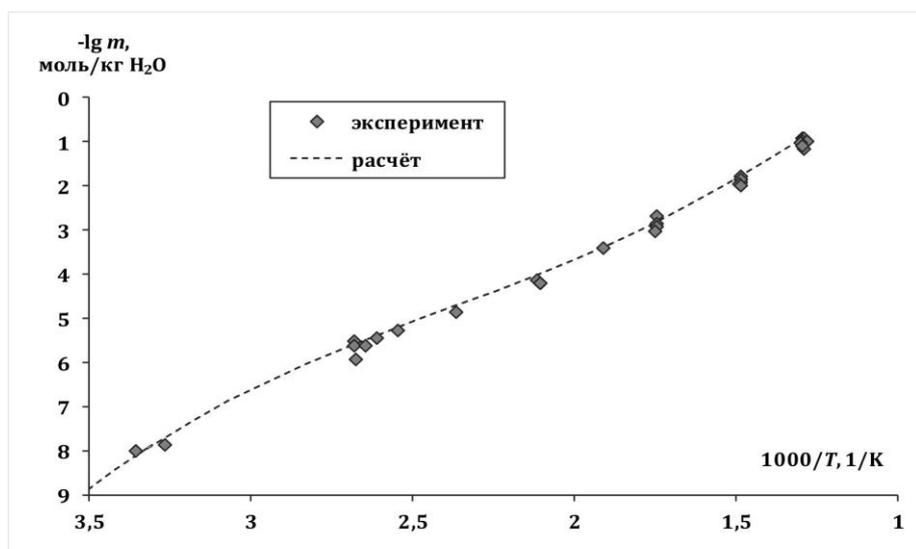


Рис. 3 Сопоставление расчётов по модели НКФ с экспериментальными данными

Полученные параметры модели НКФ позволяют предсказывать поведение частицы Hg<sup>0</sup>(р-р) в широком диапазоне температур и давлений. Таким образом, опираясь на созданную базу термодинамических величин для ртути, мы надеемся объективно оценить возможный вклад Hg<sup>0</sup> и сольватов окисленных форм в сумму форм переноса ртути в газопаровой фазе гетерофазных флюидов, что на настоящий момент остаётся до конца неясным.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ №17-05-01055-а.*

#### Литература

1. Мухамадиярова (Фяйзуллина) Р.В. Экспериментальные исследования геохимического поведения ртути в процессах межрезервуарного обмена. Автореферат дис... канд. геол.-мин. наук. – МГУ, 2012. – 26 с.
2. Сорокин В.И., Покровский В.А., Дадзе Т.П. Физико-химические условия образования сурьмяно-ртутного оруденения. – М.: Наука, 1988. – 144 с.
3. Шваров Ю.В. НКФ: новые возможности термодинамического моделирования геохимических систем, предоставляемые Windows // Геохимия, 2008. – № 8. – С. 898–903.
4. Alekhin Y.V., Zagrtdenov N.R., Mukhamadiyarova R.V. Hg<sup>0</sup>(liq.)–Hg<sup>0</sup>(aq.) equilibrium and solubility of elementary mercury in water // Moscow University Geology Bulletin, 2011. – Vol. 66. – № 6. – P. 439–441.
5. Helgeson H.C., Kirkham D.H., Flowers G.C. Theoretical prediction of the thermodynamic behavior of aqueous electrolytes at high pressures and temperatures: IV. Calculation of activity coefficients, osmotic coefficients, and apparent molal and standard and relative partial molal properties to 600°C and 5 Kb. // Amer. J. Sci., 1981. – Vol. 281. – № 10. – P. 1249–1517.

### РАСЧЛЕНЕНИЕ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ФУНДАМЕНТА ТАТАРСКОГО СВОДА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГАММА-СПЕКТРОМЕТРИИ

Л.Р. Хайрдинова

Научный руководитель доцент Р.Р. Хасанов

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

Кристаллический фундамент Татарского свода сложен метаморфизованными породами различного состава и генезиса. Татарский свод представляет собой крупный мегаблок литосферы (гранито-гнейсовое ядро), ограниченный подвижными зонами (зеленокаменные пояса) [1–4]. Татарский свод состоит из двух блоков фундамента – Северо-Татарского и Южно-Татарского блоков, разделенных зоной Камско-Кинельских разломов. Южно-Татарский свод представляет собой гранито-гнейсовое ядро фундамента, сложенное архей-протерозойскими метаморфогенными комплексами пород гранитоидного состава (гранито-гнейсами, гнейсами, мигматитами и гранулитогнейсами). Разделяющие их подвижные зоны сложены метабазитовыми комплексами магматических пород. Метаморфические комплексы пород имеют архей-протерозойский возраст.

Метаморфические породы кристаллического фундамента Татарского свода сформированы в условиях гранулитовой фации регионального метаморфизма. Гранулитогнейсовые комплексы изменены наложенными диафорическими процессами от амфиболитовой до зеленокаменной фации. Подчиненное значение имеют магматические породы, представленные метабазитами вулканического и интрузивного происхождения. Ассоциации пород, связанные с определенными тектоническими элементами фундамента, объединены в структурно-

вещественные комплексы, из которых наиболее крупными являются отрадненская и большечеремшанская серии. Обе серии пород имеют региональное распространение. Отрадненская серия сложена породами мафитового состава (метаморфизованные вулканогенные, вулканогенно-осадочные и интрузивные образования), а большечеремшанская – породами высокоглиноземистого состава, которые большинство исследователей отождествляют с метапелитами [2, 3]. Гранулитовые комплексы пород в различной степени мигматизированы и гранитизированы.

В результате обширной программы нефтяного бурения породы кристаллического фундамента Волго-Уральской нефтегазоносной провинции вскрыты большим количеством буровых скважин, некоторые из которых углубились в кристаллический фундамент на глубину от нескольких десятков метров до 4,5 км [4]. Одной из наиболее глубоких является 20009 Ново-Елховская скважина, достигшая глубины 5,8 км. Одной из важнейших задач является расчленение метаморфических комплексов фундамента. Ввиду отсутствия палеонтологических останков для их расчленения используется вещественный состав породных комплексов, главным образом минералогические и геохимические признаки [5, 6].

В связи с этим в исследуемых образцах была произведена радиационная оценка по содержанию естественных радионуклидов (ЕРН) по излучающим элементам –  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  с определением их активности (А, в Бк/кг). Средством измерения для регистрации гамма-излучения от счетного образца служит спектрометрический комплекс «Прогресс» № 0224-Г (Институт экологии КФУ).

В разрезе скважины 20009 Ново-Елховской выделяются 5 пачек пород, которые по своему вещественному составу соответствуют породам большечеремшанской (высокоглиноземистого состава) и отрадненской (мафитовой серии) серий. Встречаются также железисто-силикатные породы, жильные тела диабазов и перидотитов. Анализ распределения естественных радионуклидов К, Th, Ra по разрезу скважины показал их тесную зависимость с минералогическим составом пород.

1 пачка (интервал глубин 1870...2026 м) сложена преимущественно породами высокоглиноземистого состава – биотит-силлиманитовыми гнейсами, плагиогнейсами и кристаллическими сланцами. В верхних горизонтах пачки залегают крупнозернистые красновато-розовые гранитоиды метасоматического происхождения. Породы пачки характеризуются повышенной активностью  $^{40}\text{K}$ , наиболее высокая активность которого связана с гранитоидами. В гранитоидах отмечаются также локально-высокие значения активности Th и Ra.

2 пачка (интервал глубин 2026...2328 м) представлена породами отрадненской серии преимущественно мафитового состава – плагиогнейсами, гнейсами, кристаллическими сланцами и амфиболитами. Породы мигматизированы и катаклазированы, участками изменены наложенными низкотемпературными процессами. Породы пачки характеризуются повышенной активностью  $^{40}\text{K}$  и относительно низкой активностью Th и Ra.

3 пачка (интервал глубин 2328...3183 м) сложена породами высокоглиноземистого состава. Основной отличительной особенностью слагающих пачку пород является постоянное присутствие высокоглиноземистых минералов: силлиманита, кордиерита и граната. В отличие от пород первой пачки, здесь наибольшим развитием пользуются мезократовые высокоглиноземистые гнейсы, плагиогнейсы и кристаллосланцы большечеремшанской серии. Породы в разной степени мигматизированы. Породы пачки характеризуются относительно высокой активностью  $^{40}\text{K}$ , однако значения основной массы проб не превышают 200 Бк/кг, локально достигая значений до 400...600 Бк/кг. При этом активность Th и Ra в целом характеризуется низкими значениями (менее 50 Бк/кг), но в участках мигматизации наблюдаются повышения до 100 и более Бк/кг.

4 пачка (интервал глубин 3183...4428 м) сложена породами мафитового состава, аналогичными 2 пачке. Преимущественно это гнейсы, плагиогнейсы, кристаллические сланцы и амфиболиты, различающиеся в основном по составу и сочетанию темноцветных минералов (пироксенов, амфиболов, биотита) и наличию КППШ. Активность К, Th, Ra значительно ниже, чем в породах предыдущих пачек, что связано с отсутствием зон активной мигматизации.

5 пачка (интервал глубин 4428...5880 м). Нижняя граница пачки бурением не пересечена и указана по максимально достигнутой глубине. Пачка сложена породами высокоглиноземистого состава большечеремшанской серии и представлена гнейсами, плагиогнейсами и кристаллическими сланцами. Породы пачки характеризуются повышенной активностью всех трех рассматриваемых радионуклидов. Наивысшие значения их активности связаны с зонами мигматизации.

Таким образом, распределение К, Th, Ra в метаморфических породах зависит от их петрографического состава и отчетливо отражает зоны мигматизации, что, видимо, связано с образованием таких минералов как калиевые полевые шпаты, гранаты, а также циркон и монацит.

#### Литература

1. Богданова С.В. Земная кора Русской плиты в раннем докембрии. – М.: Наука, 1986ю – 244 с.
2. Лапинская Т.А., Попова Л.П., Постников А.В., Яковлев Д.О. Волго-Уральская нефтегазоносная провинция. Доплатформенные комплексы нефтегазоносных территорий СССР. Ч. 1. – М.: Недр, 1992. – 145 с.
3. Ситдилов Б.С., Низамутдинов А.Г., Полянин В.А. Петрология и геохимия пород кристаллического фундамента востока Русской платформы – Казань: Изд-во Казанск. ун-та. – 1980. – 167 с.
4. Кристаллический фундамент Татарстана и проблемы его нефтегазоносности. Под редакцией Р.Х. Муслимова, Т.А. Лапинской. – Казань: изд. «Дента», 1996 – 487 с.
5. Хасанов Р.Р. Рудные минералы кристаллического фундамента Татарского свода, их типоморфизм и генетическое значение: Автореферат дис. ... канд. геол.-минер. Наук. – Казань, 1991. – 24 с.
6. Хасанов Р.Р., Хусаинов Р.Р. Редкоземельные элементы в породах кристаллического фундамента Татарского свода и реконструкция исходной природы метапелитов // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. естеств. науки. – 2011. – Т. 153. – Кн. 4. – С. 243–252.

**ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УЛЬТРАМАФИТОВ БИЛИНСКОГО МАССИВА  
(ВОСТОЧНАЯ ТЫВА)**

**Г.А. Чалкова**

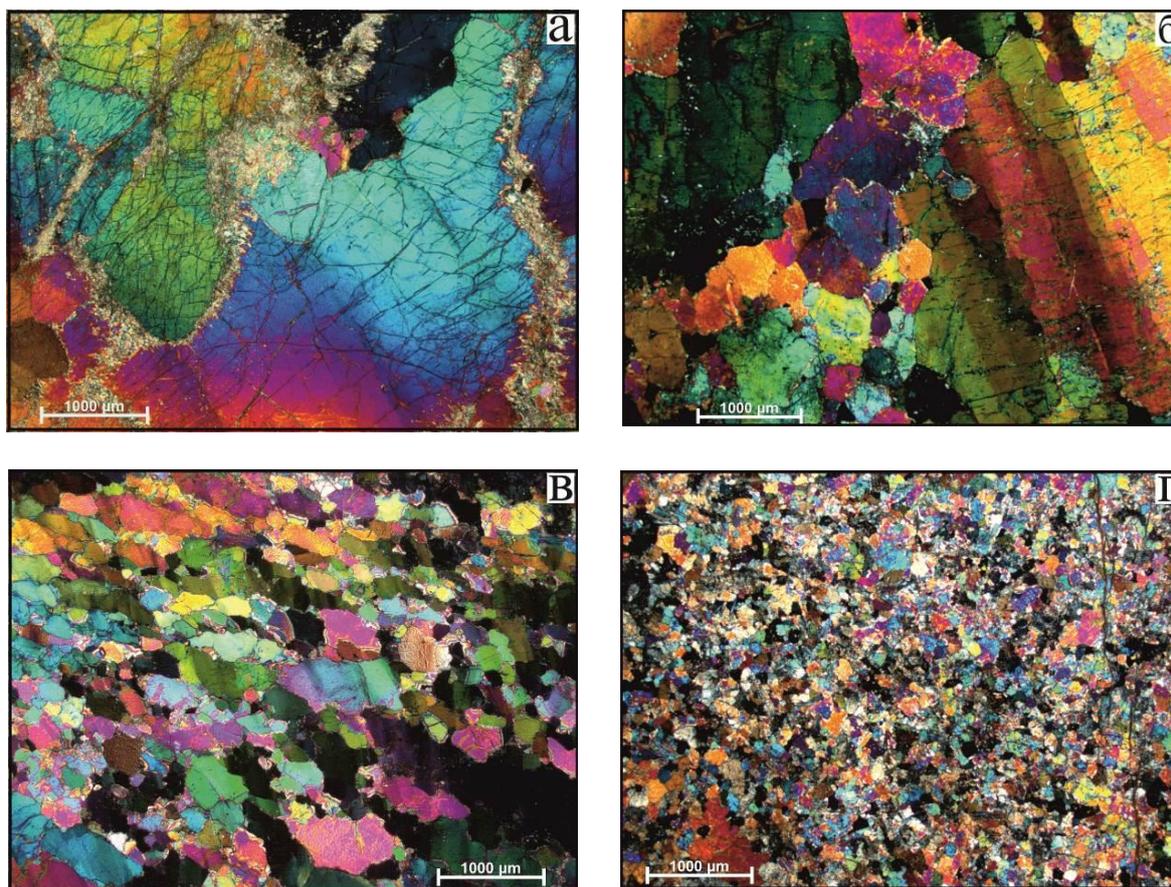
Научный руководитель профессор А.И. Чернышов

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

Работа посвящена изучению ультрамафитов Билинского массива, который расположен на востоке Тувы. Этот массив входит в состав Восточно-Тувинского офиолитового пояса и приурочен к его северной части. Он залегает среди древних протерозойских отложений, по отношению к которым является конкордантным телом. В пределах массива наблюдаются дизъюнктивные нарушения, которые выражены зонами рассланцевания и брекчирования. Все дизъюнктивные нарушения можно объединить в три системы: северо-северо-западную, северо-восточную и широтную.

Массив сложен интенсивно метаморфизованными ультрамафитами. В его строении наблюдается вертикальная зональность в размещении ультраосновных пород. Для верхних горизонтов характерны гарцбургиты и пироксеновые дуниты, средние горизонты представлены дунит-гарцбургитовым полосчатым комплексом, в нижних горизонтах широким распространением пользуются дуниты, среди которых наблюдаются небольшие тела гарцбургитов. Между выделенными комплексами наблюдаются постепенные переходы.

В строении Билинского массива принимают участие главным образом дуниты, гарцбургиты, в незначительном количестве отмечаются их измененные разновидности и метасоматические породы. Дуниты и гарцбургиты претерпели интенсивные высокотемпературные пластические деформации, которые отражаются в уменьшении размеров зерен оливина, появлении в них неоднородного погасания, спайности, полос пластического излома, а также в синтетектонической рекристаллизации. Среди дунитов и гарцбургитов по морфологическим особенностям оливинов выделяют четыре микроструктурных типа: мезогранулярные, порфирокластовые, порфиroleйстовые и мозаичные (рис. 1).



**Рис.1** Микроструктурные типы дунитов: а) мезогранулярный (обр. 50), б) порфирокластовый (обр. 62), в) порфиroleйстовый (обр. 86), г) мозаичный (обр. 47). С анализатором

Подобные микроструктурные типы ультрамафитов характерны для перидотитов других офиолитовых комплексов [1]. Выделенные микроструктурные типы в дунитах и гарцбургитах отражают стадийность пластического течения пород на уровнях верхней мантии и земной коры, которая была достаточно обоснована для дунитов Харчерузского массива на Полярном Урале [2].

Первый этап реализовался, очевидно, высокотемпературным пластическим течением в условиях верхней мантии. Он сопровождался возрастанием степени пластического деформирования дунитов и гарцбургитов и сопровождался образованием среднезернистого мезогранулярного типа. Пластические деформации оливина осуществлялись преимущественно высокотемпературным трансляционным скольжением, которое, очевидно, сопровождалось поверхностной диффузионной ползучестью. Пластические деформации этого этапа протекали в режиме температур 650...1000° С, низкой скорости (менее 10<sup>-6</sup> с<sup>-1</sup>), значительного всестороннего давления (более 10 кбар) и в условиях осевого сжатия [3].

На втором этапе пластические деформации ультрамафитов протекали в условиях интенсивных осевых и сдвиговых деформаций при умеренно высоких и сравнительно низких температурах (~ 500...750° С), при значительных скоростях ( $\epsilon > 10^{-4}$  с<sup>-1</sup>) и всестороннем давлении (~ 5 МПа) в зоне перехода верхней мантии и земной коры [Nicolas A., Poirier J.P]. Пластическое течение в оливине осуществлялось, главным образом, синтетектонической рекристаллизацией при подчиненной роли трансляционного скольжения по системам: (001) [100], (110) [001]. С увеличением степени пластической деформации последовательно образовались порфирокластовые, порфиролейстовые и мозаичные ультрамафиты. На эпиконсолидационном этапе ультрамафиты под воздействием более поздних габброидных и гранитоидных интрузий подвергались низкотемпературному метасоматозу, главным образом, оталькованию и серпентинизации.

#### Литература

1. Чернышов А.И. Ультрамафиты (пластическое течение, структурная и петроструктурная неоднородность): Учебное пособие. – Томск: Чародей, 2001. – 214 с.
2. Чернышов А.И., Юричев А.Н. Структурная эволюция дунитов и хромитов Харчерузского массива (Полярный Урал) // Геотектоника. 2016. – № 2. – С. 62–77.
3. Nicolas A., Poirier J.P. Crystalline plasticity and solid state flow in metamorphic rocks // New York: Wiley-Interscience, 1976. – 444 p.

### МИНЕРАЛЫ-СПУТНИКИ КАК ИНДИКАТОРЫ АЛМАЗОНОСНОСТИ КИМБЕРЛИТОВЫХ ТРУБОК

Е.А. Шевченко

Научный руководитель доцент Е.А. Синкина

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

При поисках кимберлитовых тел и оценке их алмазности многими исследователями используются типоморфные признаки (химический состав, кристалломорфология, цвет) минералов-спутников. К спутникам относят высокобарические минералы: пироп (магнезиальный гранат), ильменит, хромдиопсид (клинопироксен) и форстерит (оливин) [2-5]. В их химическом составе отражаются термодинамические условия образования пород, а особенности их элементного состава позволяют судить о перспективности алмазоносных трубок.

В сообщении приведены результаты изучения химического состава ильменитов трубки им. В. Гриба (Архангельская алмазоносная провинция (ААП)) и тр. Мир (Якутская алмазоносная провинция (ЯАП)), оливина трубки Удачная (ЯАП) и хромдиопсида трубки им. В. Гриба (ААП).

Трубка Мир прорывает карбонатные породы ордовика и толщу терригенно-карбонатных отложений верхнего и среднего кембрия. Сложена крупнообломочными кимберлитовыми брекчиями, содержащими большое количество ксеногенного осадочного материала из прорванных толщ.

Кимберлитовая трубка Удачная прорывает нижнепалеозойские осадочные толщ. На поверхности трубка имеет форму изогнутой восьмерки, а на глубине она разобщается на два самостоятельных тела. Сложена кимберлитовыми брекчиями различной структуры.

Трубка им. В. Гриба имеет позднедевонский возраст. Алмазы в ней связаны с автолитовыми кимберлитовыми брекчиями, в которых обломочная часть представлена в основном обломками кимберлитов. Трубка расположена во вмещающих породах венда и сложена песчано-глинистыми слабо литифицированными отложениями.

Химический состав минералов определен на рентгено-флуоресцентном микроскопе XGT-7200.

Ильменит представлен зернами черного цвета с металлическим блеском. Класс крупности +1 мм.

По химическому составу все изученные ильмениты содержат MgO более 1 мас. % и относятся к пикроильменитам. Содержание основных компонентов ильменитов тр. Мир и тр. им. В. Гриба соответственно (табл. 1) варьирует: MgO (1,17...11,36 мас. %; 3,3...16,2 мас. %), TiO<sub>2</sub> (37,25...45,19 мас. %; 38,28...51,2 мас. %), FeO (40,17...54,45 мас. %; 26,65...43,42 мас. %). Содержание гейкилитового минала ильменитов тр. Мир изменяется от 4,44 до 40,48 мол. %, ильменитового от 44,03 до 74,98 мол. %. Для ильменитов из тр. им. В. Гриба характерно изменение количества гейкилитового минала от 12,05 до 54,41 мол. %, ильменитового от 35,98 до 72,74 мол. % (табл. 2, рис. 1).

Хромдиопсид представлен осколками изумрудно-зеленого цвета. Класс крупности -1+0,5 мм. Содержание основных компонентов изменяется: MgO (13,81...19,68 мас. %); SiO<sub>2</sub> (13,81...19,68 мас. %); CaO (16,53...22,25 мас. %); FeO (2,45...3,27 мас. %), Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (2,24...3,4 мас. %). В химическом составе хромдиопсидов (13 точечных определений) преобладает диопсидовый минал (до 84,63 мол. %). Количество геденбергитового и хромсодержащего миналов достигает 10,82 и 10,66 мол. % соответственно (табл. 3, рис. 2).

## СЕКЦИЯ 2. МИНЕРАЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ И ПЕТРОГРАФИЯ

Оливин встречается как в виде «окатанных» зерен с первичной магматогенной поверхностью, так и в виде осколков. Класс крупности -1+0,5 мм. По химическому составу (71 точечное определение) представляет собой смесь фаялитовой ( $\text{Fe}_2\text{SiO}_4$ ) и форстеритовой ( $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$ ) молекул. Их содержание изменяется в интервалах: 7,09...60,96 и 39,03...92,903 мол. % соответственно.

Таблица 1

**Химический состав ильменитов трубки Мир и трубки им. В. Гриба, мас. %**

Ильмениты тр. Мир							
	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	FeO
33	<u>1,17...11,36</u>	<u>0,0...5,84</u>	<u>37,25...45,19</u>	<u>0,0...1,98</u>	<u>0,05...0,39</u>	<u>0,15...0,36</u>	<u>40,17...54,45</u>
определения	5,61	2,59	40,58	1,65	0,15	0,22	48,75
Ильмениты тр. им. В. Гриба							
28	<u>3,3...16,2</u>	<u>0,0...5,84</u>	<u>38,28...51,2</u>	<u>1,36...2,33</u>	<u>1,25...2,8</u>	<u>0,23...3,6</u>	<u>26,65...43,42</u>
определений	9,09	2,28	44,40	1,91	2,08	1,07	35,57

*Примечание. В числителе указан интервал значений, в знаменателе – среднее значение.*

Таблица 2

**Соотношение миналов в ильменитах, мол. %**

Гейкилит (MgTiO <sub>3</sub> )	Ильменит (FeTiO <sub>3</sub> )	Гематит (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )
Ильмениты тр. Мир		
<u>4,44...40,48</u>	<u>44,03...74,98</u>	<u>14,54...20,93</u>
20,51	61,28	18,20
Ильмениты тр. им. В. Гриба		
<u>12,05...54,41</u>	<u>35,98...72,74</u>	<u>9,03...16,025</u>
31,77	48,48	11,79

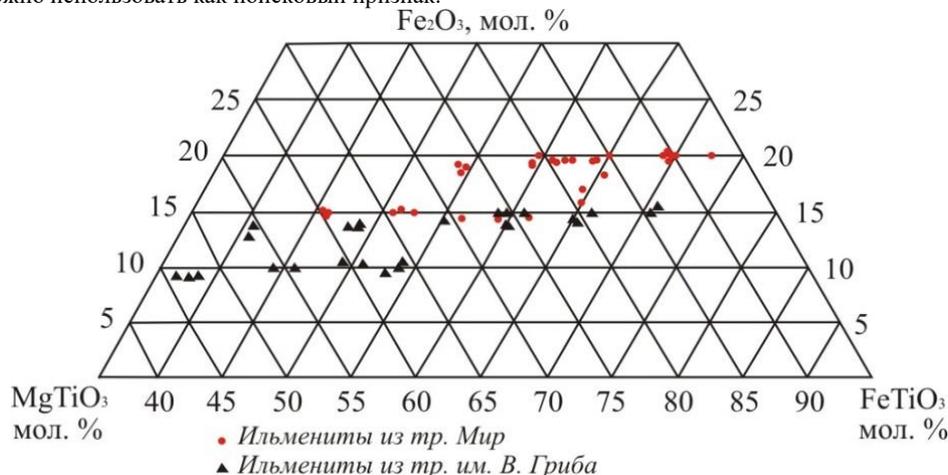
Таблица 3

**Соотношение миналов в хромдиоксидах, мол. %**

CaMgSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	CaFeSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	CaCrSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub>
<u>78,74...84,63</u>	<u>8,08...10,82</u>	<u>6,97...10,66</u>
82,05	9,05	8,89

Как видно из полученных результатов ильмениты из алмазоносных трубок характеризуются высоким содержанием MgO до 16 мас. % и относятся к пикроильменитам. Также в их составе может содержаться примесь хрома, как, например, в ильменитах из тр. им. В. Гриба (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> до 2,8 мас. %). Для оливинов из тр. Удачная характерно преобладание форстеритовой молекулы (до 92,9 мол. %). Хромдиоксиды также характеризуются высоким содержанием магнийсодержащей молекулы (в среднем 82,05 мол. %).

Результаты проведенного исследования показали, что для ряда минералов (ильменит, хромдиоксид и оливин) спутников алмазоносного парагенезиса характерны повышенные содержания таких элементов как магний и хром, что можно использовать как поисковый признак.



**Рис. 1 Диаграмма составов ильменитов по [1]**

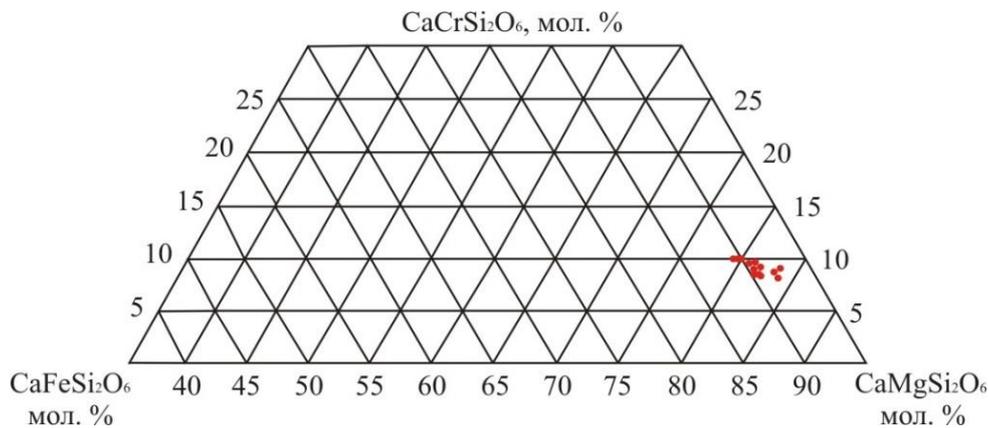


Рис. 2. Диаграмма составов хромдиопсидов

Авторы работы благодарят инженера кафедры ГРПИ ИПР Липичук Марию Ильиничну за предоставленные материалы и консультацию.

#### Литература

1. Гаранин В.К., Кудрявцева Г.П., Сошкина Л.Т. Ильменит из кимберлитов. М.: Изд-во МГУ, 1984. – 240 с.
2. Граханов С.А. Особенности формирования и закономерности размещения россыпей алмазов Северо-востока Сибирской платформы: дис... доктора. геол-мин. наук. – Якутск, 2007. – 309 с.
3. Еременко Д.В., Еременко А.В., Бондаренко С.В. Использование пиропов для оценки перспектив алмазоносности трубки 746-Б Архангельской алмазоносной провинции // Вестник ВГУ, Серия: Геология. – 2015. – № 3. – С. 59–64.
4. Савко А.Д., Шевырѐв Л.Т., Ильях В.В., Чашка А.И. Новые находки высокобарических минералов в осадочном чехле воронежской антеклизы – значение для поисков коренных источников алмаза // Вестник ВГУ. Серия: Геология. – 2007. – № 1. – С.43–74.
5. Смелов А.П., Андреев А.П. Алтухова З.А. Кимберлиты трубки Манчары: Новое кимберлитовое поле центральной Якутии // Геология и геофизика. – 2010. – Т. 51. – № 1. – С. 153–159.

## ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АНДЕЗИТОВ И БАЗАЛЬТОВ ВУЛКАНА КЛЮЧЕВСКОЙ (КАМЧАТКА)

Т.Н. Шумилова

Научный руководитель доцент Л.А. Краснощекова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Камчатка принадлежит к зоне столкновения океанической и континентальной плит Тихоокеанского огненного кольца. На Камчатке в центральной части выделяются два среднегорных параллельных хребта – Срединный и Восточный, между которыми располагается Центрально-Камчатская низменность, по которой протекает река Камчатка.

В настоящее время Камчатская группа вулканов является одним из самых крупных вулканических центров. Всего насчитывается 13 вулканов Камчатской группы, четыре из которых – действующие: Ключевской, Безымянный, Плоский Толбачик и Ушковский.

Самым активным и мощным вулканом Курило-Камчатской вулканической области является вулкан Ключевской [1]. Средний расход магмы Ключевского вулкана составляет почти половину ювенильных продуктов извержений Курило-Камчатской островной дуги [2]. Вулкан сложен переслаивающимися лавовыми потоками и пирокластической базальтовой и андезитовой состава.

Вулканы Камчатской группы были многократно изучены и описаны многими исследователями (Заварицкий, 1955; Набоко, Пийп, 1961; Кирсанов, Марков, 1979; Богоявленская и др., 1985, 2004; Арискин и др., 1995; Авдейко и др., 2010; Гирина и др., 2011 и т.д.).

Объектом исследования являлись породы Ключевского вулкана из коллекции петрографического кабинета ТПУ (10 образцов), шлифы которых изучались на поляризационном микроскопе Olympus BX53F и сканирующем микроскопе TESCAN VEGA 3 SBU с энергодисперсионной приставкой OXFORD X-Max50 для рентгеноспектрального анализа.

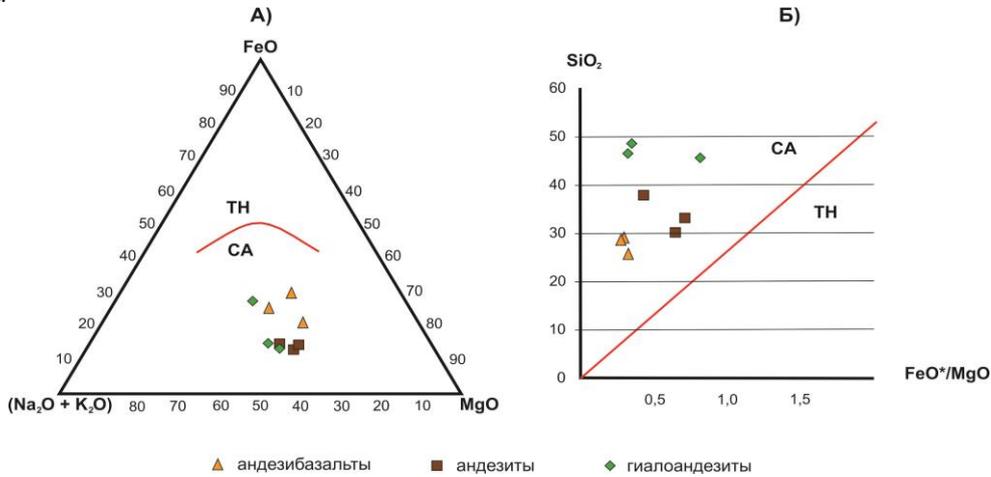
Породы коллекции представлены андезитами, гиалоандезитами и андезибазальтами.

Положение фигуративных точек пород на петрохимических диаграммах позволяет отнести породы к известково-щелочной серии (рис. 1).

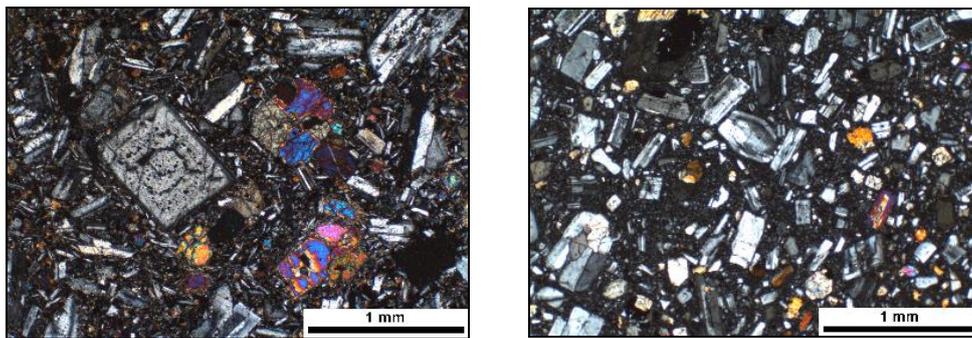
Андезиты – породы от серого до темно-серого, реже вишневого цвета с массивной, в отдельных образцах пористой текстурой и порфировой, пилотакситовой структурой. Порфиновые выделения плагиоклазов и пироксенов суммарно составляют до 70 % от объема породы (рис. 2). Плагиоклаз, помимо полисинтетического двойникования, обнаруживает и зональное погасание. По углам симметричного погасания двойников определен состав плагиоклаза,

## СЕКЦИЯ 2. МИНЕРАЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ И ПЕТРОГРАФИЯ

соответствующий андезину (№ 35-40). В плагиоклазах фиксируется прямая зональность, показывающая уменьшение основности состава зон от ядра к периферии зерен (рис. 3). Из клинопироксенов преобладает авгит, в зернах которого могут наблюдаться простые двойники или секториальное погасание. В основной массе породы наблюдается вулканическое стекло с выделениями микролитов и мелких лейст плагиоклазов и неправильных зерен пироксена.

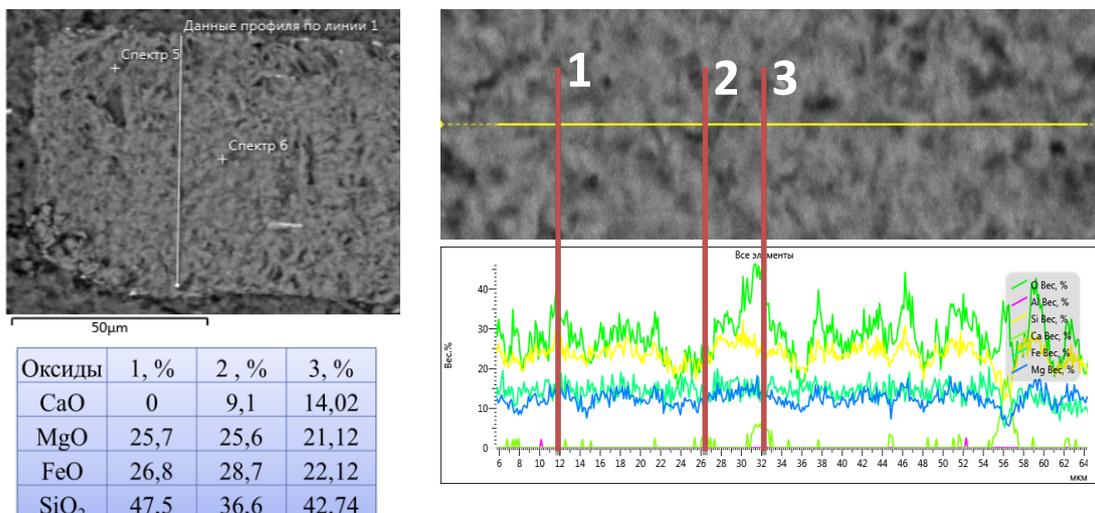


**Рис. 1** Дискриминационные диаграммы для разделения пород толеитовых (ТН) и известково-щелочных (СА) серий пород по Irvine, Daragar, 1971(А) и Miyashiro, 1974 (Б)



**Рис. 2** Порфировые выделения плагиоклазов и пироксенов в андезитах. С анализатором

Андезибазальты представлены породами темно-серого цвета с пористой или массивной текстурой и порфировой, пилотакситовой и интергранулярной микроструктурами. Порфировые включения (плагиоклазы и пироксены) составляют до 60 % от общего объема породы. Единично в образцах проявляются кристаллы роговой обманки и рудные минералы (до 5 %).



**Рис. 3** Данные профиля в зерне плагиоклаза по линии 1 в точках 1, 2, 3

Гялоандезиты – породы темно-бурого цвета с основной стекловатой массой, имеют полосчатую

флюидальную текстуру и гиалиновую, порфировую структуры (рис. 4). Основная масса представлена почти полностью вулканическим стеклом, процентное содержание которого в породе доходит до 80 %. В небольшом количестве можно наблюдать микролиты и фенокристаллы плагиоклазов, погруженных в стекловатую основную массу породы.

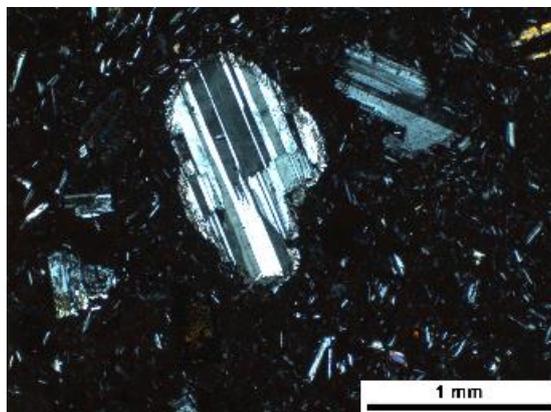


Рис. 4 Выделения плагиоклазов в стекловатой массе гиалоандезитов. С анализатором

В результате петрографических исследований пород вулкана Ключевской отметим, что изученные образцы имеют, преимущественно, пористую текстуру, реже плотную массивную, что говорит о насыщенности пород газово-жидкими составляющими. Для уточнения генезиса пород и установления температурных параметров магматических расплавов, из которых происходило образование вулканитов, планируется определение газово-жидких включений в кристаллах и вулканическом стекле.

#### Литература

1. Хренов А.П., Двигало В.Н., Кирсанов И.Т. и др. Вулкан Ключевской // Действующие вулканы Камчатки: в 2-х т. – М.: Наука, 1991. – Т. 1. – С. 106–145.
2. Сеньюков С.Л. Оценка состояния и прогноз активности вулканов Безымянный и Ключевской на Камчатке по сейсмологическим и спутниковым данным. Автореферат дис. ...канд. геол.-минер. наук – Петропавловск-Камчатский, 2013. – 24 с.

## ПЕТРОЛОГИЯ УЛЬТРАМАФИТОВ МОНЧЕГОРСКОГО ПЛУТОНА (КАРЕЛИЯ)

Е.Н. Щёголева

Научный руководитель профессор А.И. Чернышов

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

Объектом исследования являются ультрамафиты Мончегорского ультрамафитового массива, который расположен в центре Кольского полуострова [1, 2]. Целью настоящего исследования является выявление петрографической и геохимической неоднородности ультрамафитов массива. Для достижения поставленной цели проводилось детальное петрографическое изучение ультрамафитов. Выявлялись геохимические особенности ультрамафитов по результатам ICP-MS анализа, выполненного в Центр коллективного пользования «Аналитический центр геохимии природных систем» при Томском государственном университете. При выполнении работы использовались образцы ультрамафитов, любезно предоставленных д.г.-м.н. В.Ф. Смолкиным, сотрудником геологического института КНЦ РАН.

Результаты исследования. Петрографическая характеристика. В результате детального петрографического изучения проведена типизация ультрамафитов и выделены их главные разновидности. Они представлены среднезернистыми плагиодунитами, плагиогарцбургитами, плагиоверлитами, плагиолеццолитами. Отличительной особенностью пород является наличие в них кумулятивной структуры, которая является признаком их магматического происхождения [5]. Ультрамафиты характеризуются следующим составом:

- плагиодуниты – оливин (~ 90 %), плагиоклаз (~ 10 %) и хромшпинелиды до 1 %;
- плагиогарцбургиты – оливин ~ (55 %), ортопироксен ~ (40 %), хромшпинелиды до (3 %), плагиоклаз до (1...2 %), отмечается клинопироксен;
- плагиоверлиты – оливин ~ (60 %), клинопироксен ~ (25 %), плагиоклаз до (10 %);
- плагиолеццолиты – оливин ~ (20...30 %), ортопироксен ~ (35 %), клинопироксен ~ (35 %), плагиоклаз до (5 %), хромшпинелиды до (5 %).

Оливин в ультрамафитах отличается наибольшим идиоморфизмом. Он образует субизометричные, округлые кумулятивные ойкокристаллы размером 2...4 мм, иногда до 6 мм, которые выделяются яркими цветами интерференции. Редко в них отмечается совершенная спайность. Погасание зерен обычно однородное, иногда встречается неоднородное волнистое, что указывает на их высокотемпературное пластическое деформирование.

Ортопироксен в гарцбургитах и лерцолитах отличается ксеноморфизмом по отношению к зернам оливина и его зерна представляют собой ойкокристаллы, их размер 4...7 мм. Они выделяются отчетливо выраженной призматической спайностью, низкими цветами интерференции и прямым погасанием.

Клинопироксен в верлитах и лерцолитах также ксеноморфен по отношению к зернам оливина и имеет близкий идиоморфизм с ортопироксеном. Зерна клинопироксена имеют размеры 2...3 мм, редко до 5 мм. Они отличаются от ортопироксена яркими цветами интерференции и большими углами погасания. Иногда отмечается графическая структура, обусловленная закономерным срастанием ортопироксена и клинопироксена, вдоль плоскости спайности.

Плагиоклаз в ультрамафитах пользуется ограниченным распространением. Он отличается наибольшим ксеноморфизмом, выполняет промежутки между другими минералами и представляет интеркумулусную фазу, размер зерен менее 2 мм. Плагиоклазы выделяются по наличию полисинтетических двойников и часто замещены микрозернистым агрегатом соссюрита. На границе плагиоклаза с оливином и пироксенами постоянно отмечаются келифитовые каемки тремолит-хлоритового состава.

Хромшпинелиды наблюдаются в виде аксессуарных субизометричных, реже эвгедральных зерен, обычно равномерно распределенных в породах. Их размеры обычно менее 0,5 мм. Они имеют буровато-коричневую окраску, либо черную вследствие замещения магнетитом (рис. 1).

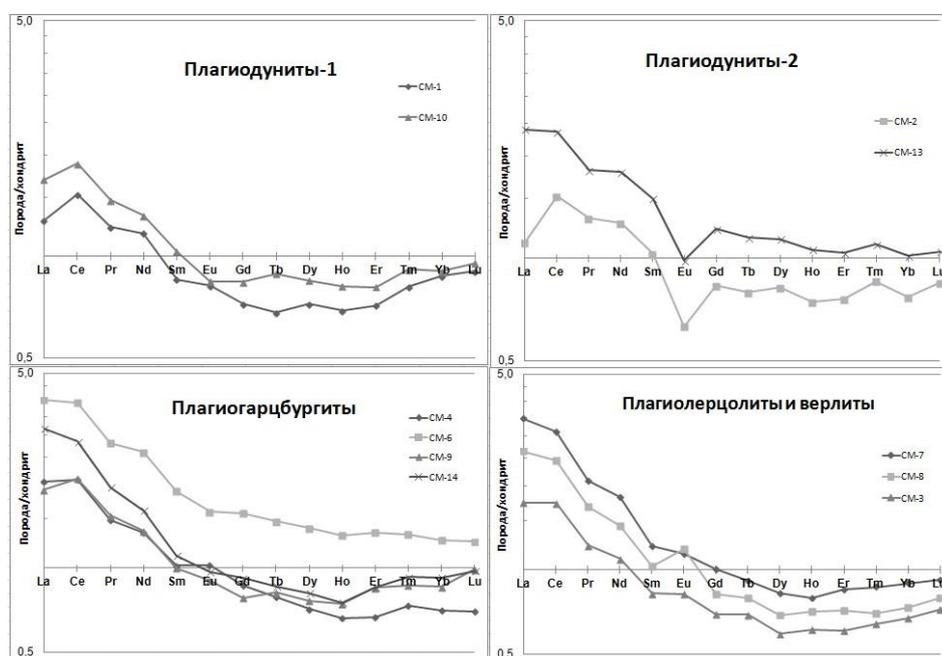


Рис.1 Распределение содержаний редкоземельных элементов в ультрамафитах Мончегорского плутона, нормированных на хондрит [4]

Геохимические особенности. Нами проведен анализ распределения редкоземельных элементов (РЗЭ) в изученных ультрамафитах Мончегорского плутона. Редкоземельные элементы (РЗЭ) имеют близкий характер распределения в выделенных разновидностях пород, что, очевидно, свидетельствует об одном источнике магматического расплава. Их распределение характеризуется уменьшением концентрации от легких к средним РЗЭ и примерно равным содержанием средних и тяжелых редкоземельных элементов.

Дуниты являются ранними дифференциатами исходного магматического расплава. Среди дунитов можно выделить два подтипа. Это слабоизмененные (плагидуниты-1) и сильноизмененные в разной степени вторичными процессами, такими как серпентинизация, амфиболизация, оталькование (плагидуниты-2). Слабоизмененные плагидуниты имеют аналогичные графики распределения РЗЭ. Максимальное содержание отмечается для церия, при пониженных значениях лантана. Далее наблюдается отчетливое уменьшение концентрации от легких элементов к средним, и для плагидунитов характерно примерно равное содержание средних и тяжелых РЗЭ со слабой тенденцией к увеличению концентрации последних. В измененных дунитах общий характер распределения РЗЭ наследуется от исходных дунитов, их содержание в одних случаях полностью соответствует неизменным плагидунитам, а в других случаях содержание РЗЭ заметно возрастает. При этом в измененных плагидунитах отчетливо проявляется европиевый минимум. Его проявление, очевидно, связано с интенсивными гидротермально-метасоматическими изменениями.

В плагигарцбургитах характер распределения РЗЭ близок к распределению в неизмененных дунитах, и они имеют близкие содержания. Однако, в отдельных плагигарцбургитах (см-6) содержание РЗЭ заметно возрастает, что, возможно, связано с большей степенью дифференциации расплава, из которого они образовались.

В плагилерцолитах и верлитах характер распределения РЗЭ является близким к плагигарцбургитам. При этом верлиты отличаются от плагилерцолитов меньшими содержаниями РЗЭ. В плагилерцолитах и верлитах наблюдается слабая тенденция к образованию европиевого максимума, появление которого, возможно, связано с возрастанием роли плагиоклаза.

Таким образом, проведенные геохимические исследования свидетельствуют о том, что различные типы ультрамафитов сформировались из единого магматического расплава. Незначительные различия в распределении РЗЭ в породах, очевидно, свидетельствует о том, что они образовались при дифференциации исходного расплава, которое приводило к несущественному перераспределению РЗЭ.

#### Литература

1. Расслоенные интрузии Мончегорского рудного района: петрология, оруденение, изотопия, глубинное строение / Под ред. Ф.П. Митрофанова, В.Ф. Смолькина. Часть 1. – Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2004. – 177 с.
2. Шарков Е.В. Формирование расслоенных интрузивов и связанного с ними оруденения. – М.: Научный мир, 2006. – 368 с.
3. Шарков Е.В., Чистяков А.В. Геолого-петрологические аспекты ЭПГ-Cu-Ni-оруденения в раннепалеопротерозойском Мончегорском расслоенном мафит-ультрамафитовом комплексе (Кольский полуостров) // Геология рудных месторождений. – 2014. – Т. 56. – № 3. – С. 171–194.
4. Boynton W.V. Geochemistry of the rare earth elements: meteorite studies // Henderson P. (ed.). Rare earth element geochemistry. Elsevier. – 1984. – P. 63–114.
5. Уэджер Л.Р., Браун Г. Расслоенные изверженные породы. – М.: Мир, 1970. – 552 с.

### НАХОДКИ АВАРУИТА В КЕМПИРСАЙСКОМ УЛЬТРАМАФИТОВОМ МАССИВЕ (ЮЖНЫЙ УРАЛ, КАЗАХСТАН)

А.Н. Юричев

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

Проявления аксессуарного аваруита – железо-никелистого сплава с составом близким к  $Ni_3Fe$ , к настоящему времени известны во многих ультрамафитовых и мафит-ультрамафитовых комплексах России: на Урале (в лерцолитах Нуралинского массива и серпентинизированных гарцбургитах Баженовского офиолитового пояса) [2–3, 8], в Восточном Саяне (в хромититах Оспинско-Китойского массива) [4], в Северном Прибайкалье (в серпентинизированных дунитах Чайского массива) [5], на Камчатке (в оливиновых вебстеритах ультрамафитового массива горы Солдатской) [7] и в ряде других.

При изучении вещественного состава хромшпинелидов и аксессуарных сульфидов в средне и густовкрапленных хромититах Кемпирсайского ультрамафитового массива (Южный Урал, Казахстан) автором предположительно впервые (?) для данного объекта диагностированы проявления аваруита. При этом дальнейшее детальное исследование образцов не позволило обнаружить данный минерал в составе дунитов и гарцбургитов.

Самостоятельные обособленные зерна аваруита отмечены в интерстициях, выполненных хлорит-серпентинитовым агрегатом, между крупных зерен хромшпинелидов. Минерал имеет округлую форму, реже – ксеноморфную, угловатую. Размер зерен достигает ~10...30 мкм в диаметре. В отраженном свете выглядит свободным от включений, никакой зональности не наблюдается. Цвет белый, изотропный (рис. 1).

Химический состав выявленных аваруитов близок стехиометрическому, а также химическим составам данного минерала из ультрамафитового массива г. Солдатской (п-ов Камчатский мыс, Восточная Камчатка) [7] и океанических перидотитов Срединно-Океанического хребта (Атлантический океан) [1]. Однако отличается от последних постоянным присутствием в химическом составе Cr (до 1,7%), который, очевидно, входит в состав минерала, «загрязняя» его, в виде тонкодисперсной механической примеси (табл.).

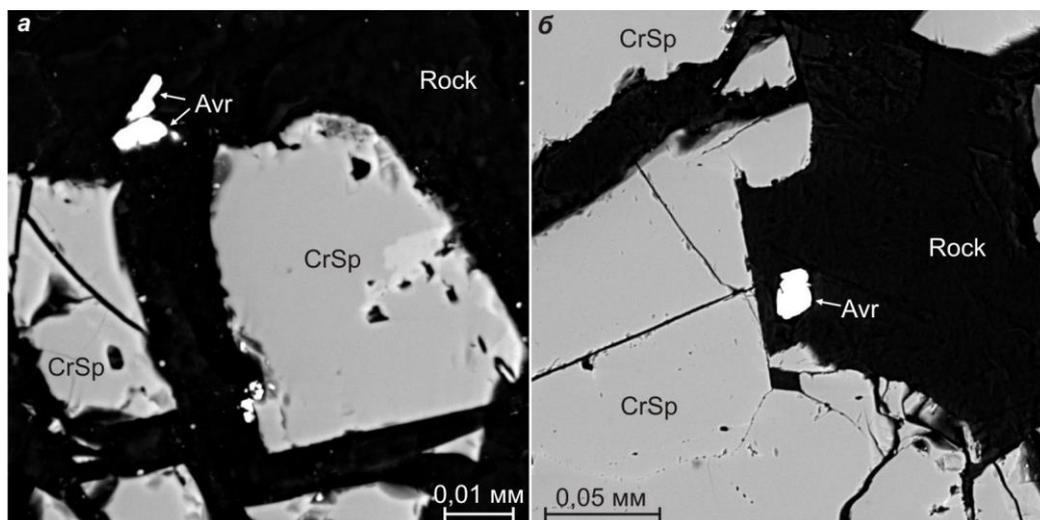


Рис. 1 Зерна аваруита в хромититах Кемпирсайского массива. Avr – аваруит, CrSp – хромшпинель, Rock – хлорит-серпентинитовый агрегат (режим BSE)

*Химический состав аваруита из хромититов Кемпирсайского массива, мас. %*

Образец	Cr	Fe	Ni
5.1	1,73	24,74	73,52
5.2	1,39	24,27	74,35
7.1	1,43	23,69	74,88
7.2	1,61	23,53	74,86
<i>среднее (4)</i>	1,54	24,06	74,40
Средние составы аваруита из эталонных массивов [1, 3, 6–7]			
Баженовский офиолитовый комплекс, Урал	0,11	22,24	76,97
Березовский массив, Сахалин	–	20,7	71,40
г. Солдатская, Вост. Камчатка	–	25,33	74,69
Океанические перидотиты COX	–	24,25	74,27

*Примечание. Анализы выполнены на электронном сканирующем микроскопе «Tescan Vega II LMU», оборудованном энергодисперсионным спектрометром (с детектором Si(Li) Standard) INCA Energy 350 и волнодисперсионным спектрометром INCA Wave 700 в ЦКП «Аналитический центр геохимии природных систем» ТГУ (г. Томск), оператор Е.В. Карбова.*

Формирование аваруитовой минерализации автор склонен связывать с серпентинизацией и преобразованием никельсодержащих силикатов, прежде всего оливина, а также находящихся с ними в парагенезисе сульфидов при температурах порядка 300...500°С в восстановительных условиях [4–6]. В пользу данного предположения также указывает нередкое сонахождение выявленных аваруитов с зернами хизлеводита.

#### Литература

1. Базылев Б. А. Развитие аваруитсодержащей минеральной ассоциации в перидотитах из зоны разлома 15о20' (Атлантический океан) как одно из проявлений океанического метаморфизма // Российский журнал наук о Земле. – 2000. – Т. 2. – № 3–4. – С. 279–293.
2. Демина Л.И., Козлов С.С. Аваруитовые лерцолиты массива Нурали – новый тип перидотитов Урала // Петрография на рубеже XXI века: итоги и перспективы. – Сыктывкар: Изд-во Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН, 2000. – С. 43–45.
3. Ерохин Ю.В., Шагалов Е.С. Аваруит из Баженовского офиолитового комплекса // 6-е Всероссийские научные чтения памяти ильменского минералога В.О. Полякова. – Миасс: Изд-во Ин-та минералогии УрО РАН, 2005. – С. 23–26.
4. Жмодик С.М., Агафонов Л.В. Шэндит и другие минералы никеля из хромититов офиолитовой ассоциации юго-восточной части Восточного Саяна // Геология и геофизика. – 2000. – Т. 41. – № 5. – С. 712–721.
5. Леснов Ф.П. Аваруитовая рудная минерализация в Чайском сульфидном медно-никелевом месторождении (Северное Прибайкалье) // Новые и нетрадиционные типы месторождений полезных ископаемых Прибайкалья и Забайкалья. – Улан-Удэ: ЭКОС, 2010. – С. 120–122.
6. Леснов Ф.П. Петрология полигенных мафит-ультрамафитовых массивов Восточно-Сахалинской офиолитовой ассоциации. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2015. – 240 с.
7. Новаков Р.М., Москалева С.В., Иванов В.В., Паламарь С.В. Пентландиты и аваруиты гипербазитового массива горы Солдатской (п-ов Камчатский мыс, Восточная Камчатка) // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. – 2014. – № 2. – С. 137–146.
8. Спиридонов Э.М., Барсукова Н.С. Вероятный механизм образования скоплений аваруита (джозефинита) в метабазитах. Аваруит Нуралинского массива, Южный Урал // Матер. Всерос. науч. конф. студ., аспирантов, науч. сотр. и преп. вузов и академических институтов геологического профиля. – Екатеринбург, 1999. – С. 208–209.

### ПЛАТИНОИДЫ ИЗ ХРОМИТИТОВ КЕМПИРСАЙСКОГО МАССИВА (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

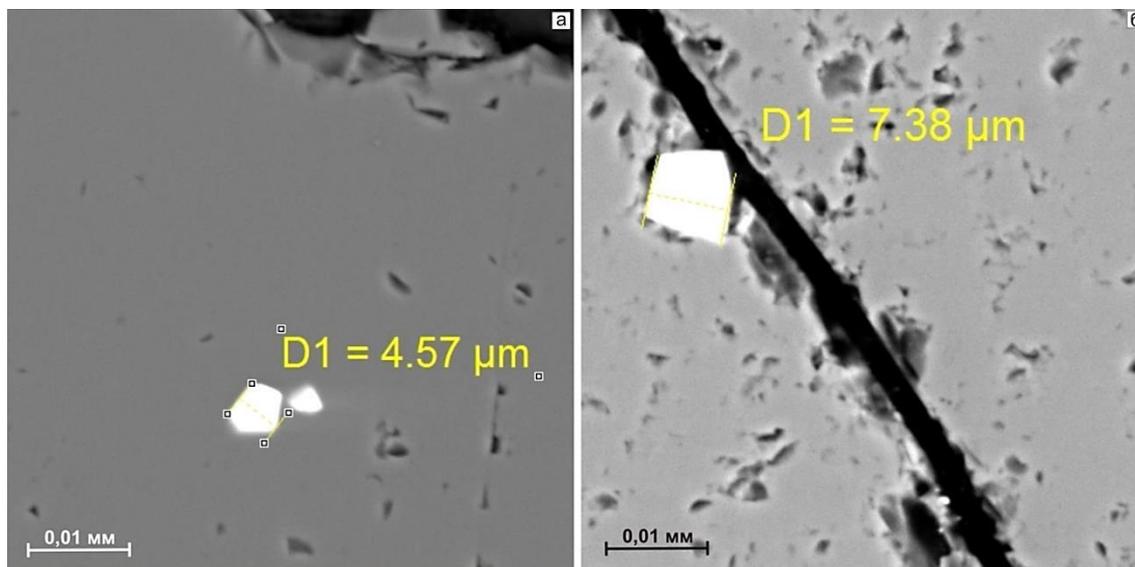
**А.Н. Юричев**

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

Кемпирсайский массив является крупнейшим массивом ультрамафитов на юге Урала. Он служит классическим примером офиолитового комплекса, представляющего реликт коры океанического типа палеозойского возраста, и хорошо известен благодаря своим уникальным по размеру месторождениям хромититов [2–4].

Ранее, в гигантских хромитовых месторождениях Кемпирсайского массива были установлены две основные практически важные особенности руд этих месторождений [1]. Первая – значительная обогащенность данных руд тугоплавкими элементами платиновой группы (ЭПГ) – иридием, осмием и рутением. Причем величины абсолютных концентраций каждого из этих платиновых металлов являются наиболее высокими по сравнению с их содержаниями во всех известных рудных месторождениях, в том числе и норильских. Вторая – большое разнообразие минеральных фаз тугоплавких ЭПГ, равномерные параметры которых позволяют выделять их в самостоятельные концентраты в попутной схеме переработки хромитовых руд.

В ходе научных исследований образцов густовкрапленных и сливных хромититов Кемпирсайского массива на предмет структурно-вещественных особенностей слагающих их хромшпинелидов, автором были выявлены и диагностированы в них микроскопические включения минералов платиновой группы. Последние отмечаются в виде самостоятельных индивидуализированных зерен таблитчатого габитуса размером 3...10 мкм и нередко характеризуются близким к идиоморфному пятигранным обликом (рис. 1).



**Рис. 1** Идиоморфные пятигранные зерна твердого раствора системы Ir-Os-Ru (а) и сульфида изоморфного ряда лаурит-эрликманит (б) в густовкрапленных хромититах Кемпирсайского массива (режим BSE)

По химическому составу выявленные минералы ЭПГ разделяются на твердые растворы Ir, Os, Ru (иридосминрутен) и сульфиды Ru и Os изоморфного ряда лаурит-эрликманит при доминирующей роли последних (табл.). При этом в изоморфном ряду лаурит-эрликманит диагностированы лаурит и его иридиевая разновидность (содержание Ir > 10 %), собственно эрликманит – не выявлен.

Таблица

**Химические составы минералов ЭПГ из хромититов Кемпирсайского массива, мас. %**

Минерал	Образец	Ru	Os	Ir	S
Иридосминрутен	3/2-8.1	47,23	33,79	18,98	–
Изоморфный ряд лаурит-эрликманит	2/1-2.1	42,86	12,20	9,58	35,37
	3/2-9.1	35,80	19,00	11,29	33,91
	3/2-9.2	35,10	19,27	11,19	34,44
Лаурит	939/545-1.1	54,76	2,71	4,24	38,29
	2/1-4.1	56,33	1,32	–	42,35
Иридиевый лаурит	2/1-9.1	49,08	2,42	10,06	38,43

*Примечание.* Анализы выполнены на электронном сканирующем микроскопе «Tescan Vega II LMU», оборудованном энергодисперсионным спектрометром (с детектором Si(Li) Standard) INCA Energy 350 и волнодисперсионным спектрометром INCA Wave 700 в ЦКП «Аналитический центр геохимии природных систем» ТГУ (г. Томск), оператор Е.В. Карбоваяк.

Автором отмечено, что среди проанализированных зерен минералов ЭПГ наиболее распространенным платиноидом по химическому составу является рутений. Данное предварительное наблюдение отличается от более ранних работ: Т.В. Талхаммер считает, что таким элементом является иридий [3], а В.В. Дистлер с соавторами – осмий [1].

В разномасштабных хромитовых проявлениях в ультрамафитовых массивах различных регионов мира практически всегда присутствует акцессорная минерализация тугоплавких ЭПГ, что доказывает существование определенных общих условий ее концентрирования с хромом. Однако широко дискуссионным до настоящего времени остается вопрос происхождения хромититов и платинометалльного оруденения, связанного с ними. Хромитовые месторождения Кемпирсайского массива имеют гигантские размеры в сравнении с таковыми других офиолитовых комплексов мира, поэтому использование широко принятых концепций эволюции парагенезисов минералов ЭПГ в процессе офиолито- и рудообразования в данном массиве затруднительно. Концентрирование ЭПГ, по-видимому, было связано с их мобилизацией из большого объема леерцолитового субстрата, содержащего ЭПГ в состоянии рассеяния, в результате его частичного плавления. Последующая судьба тугоплавких ЭПГ,

очевидно, определялась их концентрированием совместно с иными компонентами, не участвующими в главном процессе кристаллизации, и последующем их отложении из высоконасыщенных надкритических флюидов.

Изложенные автором результаты наблюдений носят предварительный характер, исследования в данном направлении продолжаются.

### Литература

1. Дистлер В.В., Крячко В.В., Юдовская М.А. Условия образования оруденения платиновых металлов в хромитовых рудах Кемпирсайского рудного поля // Геология и геофизика. – 2003. – Т. 45. – № 1. – С. 44–74.
2. Савельева Г.Н., Савельев А.А. Офиолиты Кемпирсайского массива: основные черты структурно-вещественной эволюции // Геотектоника. – 1991. – № 6. – С. 57–75.
3. Талхаммер Т.В. Ассоциации минералов платиновой группы в массивных хромитовых рудах Кемпирсайского офиолитового комплекса (Южный Урал) как проявление мантийного метасоматоза // Записки Всероссийского минералогического общества. – 1996. – Ч. СХХV. – № 1. – С. 25–36.
4. Melher F., Stumpf E.F., Distler V.V. Chromite deposits of the Kempirsai massif, southern Urals, Kazakhstan // Inst. Mining Metall. – 1994. – V. 103. – P. 107–120.

## Секция 3

# МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ

## ГЛАУКОНИТОВЫЕ ПОРОДЫ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПОПУТНЫЕ ПРОДУКТЫ БАКЧАРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

М.А. Рудмин, А.К. Мазуров

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Сегодня в аспекте системы рационального природопользования отдельное внимание отводится возможностям использования попутных компонентов, вмещающих пород и горных отходов месторождений, поскольку это залог эффективного недропользования. В свете этой стратегии рассматривается уникальное по своим запасам Бакчарское железорудное месторождение в Томской области. Несмотря на высокое стратегическое значение для обеспечения металлургического сектора Сибирского федерального округа, разработка Бакчарского месторождения не ведётся и не планируется. По предварительным оценкам ресурсы месторождения составляют порядка 25 млрд. тонн железа, что справедливо позволяет отнести этот объект к ряду уникальных железорудных месторождений мира. Однако существует три основных барьера перед освоением этих руд: (1) сложные горно-геологические условия залегания, а именно высокая обводненность осадочного разреза; (2) относительно низкое содержание железа ( $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{total})$  35...52 %) и высокое содержание вредной примеси фосфора ( $\text{P}_2\text{O}_5$  0.8...1.2 %); (3) отсутствие рентабельной технологии обогащения руд.

В данной работе приводятся доказательства того, что Бакчарское месторождение богато не только ресурсами железа, но и может служить новой сырьевой базой нерудного сырья в виде нетрадиционных калийных удобрений. Известно, что калий наряду с азотом и фосфором является одним из важнейших удобрений для сельского хозяйства, поскольку он улучшает удержание воды и текстуру почвы, а также повышает питательную ценность, вкус и урожайность культур. В настоящее время отмечается ежегодное (около 3 %) повышение мирового спроса на калийные удобрения за счет увеличения доли их внесения в сельскохозяйственные почвы как залог повышения эффективности агрохозяйства. Сегодня этот спрос обеспечивается добычей калийных солей (хлоридов и сульфатов калия) из морских эвапоритовых залежей. Большая часть этих месторождений находится в Канаде, России, Беларуси, Бразилии, Китае, Чили, Германии и США [3,8]. Несмотря на то, что Россия занимает лидирующие позиции по запасам калия, использование калийных удобрений сельхозпроизводителями сибирских регионов (в том числе и Томской области) остается на критически низком уровне. Затраты на транспортировку и цены на удобрения как следствие локальной сосредоточенности горнодобывающих предприятий и монопольного положения основного производителя накладывают ограничения на вовлечение калийных удобрений в агрохозяйство Сибирского федерального округа.

Изучение альтернативных источников калия, таких как калийсодержащие филосилликаты, может быть одним из вариантов повышения спроса на калийные удобрения в целях не только развития производства, но и снижения экологических рисков сельского хозяйства. Глауконит считается одним из таких потенциальных источников для альтернативных калийных удобрений [1,5,11,12]. Глауконит относится к диоктаэдрическим слоистым минералам и характеризуется изменчивым химическим составом с повышенным содержанием  $\text{K}_2\text{O}$  (до 9 %) [4,6,7].

В пределах Бакчарского месторождения глауконитовые породы залегают на глубинах 180...230 м среди славгородской и ганькинской свит верхнего мела, которые вмещают так называемый колпашевский железорудный горизонт. При этом перекрываются глауконитовые породы бакчарским железорудным горизонтом. Таким образом, глауконитовые породы переслаиваются с железорудными горизонтами и, в случае добычи последних, будут выноситься в отвалы. Результаты авторских исследований показывают, что эти породы несут в себе важную экономическую нагрузку и их следует считать ценными второстепенными компонентами месторождения. Полученные за последние годы авторские данные, опубликованные в ряде отечественных и зарубежных журналов, основываются на детальном и комплексном подходе в исследовании глауконитовых пород Бакчарского месторождения: их структурно-химической характеристики, технологии обогащения и практической применимости в сельском хозяйстве.

Рентгеновские дифрактограммы глауконитовых пород демонстрируют различные фазы, такие как глауконит, кварц, микроклин, гетит и шамозит. Высокое и умеренное содержание  $\text{K}_2\text{O}$  (от 4.0 до 7.3 %) и умеренное  $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{total})$  (от 20.4 до 32.8 %) характеризует неизменный глауконит [9]. В то время как содержание  $\text{K}_2\text{O}$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{total})$  измененного глауконита изменяется от 2.6 до 5.5 % и от 31.1 до 49.8 %, соответственно. Среди осадочных пород Бакчарского месторождения с содержанием гранулированного глауконита более 10 % было выделено три разновидности на основе их текстурных особенностей, минерального и химического состава. Глауконитолиты (или глауконититы, также называемые в англоязычной литературе «greensand») состоят из глауконита на 58.4 %, кварца и полевых шпатов на 14 % и цементирующего материала иллитового состава на 37 %. Содержание  $\text{K}_2\text{O}$  в

**СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ**

глауконитолите в среднем составляет 4.1 % и тем самым является самым высоким среди всех разновидностей глауконитовых пород. Глауконитовые песчаники состоят из глауконита на 25.7 %, кварца и полевых шпатов на 37.8 %, шамозитовых ооидов на 7.6 % и иллитового цемента на 29 %. Среднее содержание  $K_2O$  в них составляет 3.1 %. Глауконит-шамозитовые ооидовые железняки имеют следующие минеральный состав: глауконит – 24.6 %, кварц и полевые шпаты – 21.6 %, шамозитовые ооиды – 22.8 %, шамозитовый цемент – 30.9 %. Среднее содержание  $K_2O$  в этих породах составляет 2.5 %. Химический состав глауконитовых пород характеризуется концентрациями тяжелых металлов (Co, Ni, Zn, Mo, Cd, Pb, As) ниже предельно допустимых концентраций в почвах [10]. При помощи мокрого просеивания глауконитолита во фракции (-500+125) мкм концентрации гранулированного глауконита достигали 90.4 %, а для глауконит-шамозитового железняка в этой фракции глауконит концентрировался до содержания 40.7 %. В сравнении с сухим просеиванием при помощи мокрого просеивания зёрна глауконита в большей степени скапливаются во фракции (-500+125) мкм, поэтому именно эта гранулометрическая фракция использовалась для электромагнитной сепарации. Электромагнитная сепарация показала, что концентрация глауконитовых зерен возрастает в магнитных фракциях каждой разновидности глауконитовых пород. При экспериментах с глауконитолитом содержание глауконита в магнитном продукте достигало 97 %. Для аграрных наблюдений использовались следующие продукты: исходный глауконитолит, гранулометрические фракции (-500+125) мкм глауконитолита и глауконитового песчаника, магнитные концентраты глауконитового песчаника и глауконит-шамозитового ооидового железняка. Глауконитовые продукты имеют концентрации гранулированного глауконита от 51.3 до 90.4 %, содержание  $K_2O$  от 3.04 до 6.27 %, количество расширяющихся слоев от 10 до 20 %, удельную поверхность от 32.5 до 56.7 м<sup>2</sup>/г и удельный объем пор – от 0.018 до 0.024 см<sup>3</sup>/г.

Глауконитовые породы имеют ряд преимуществ перед калийными солями [5,10,11]: (а) отсутствие в составе хлора позволяет избежать раннего засоления почв и загрязнения грунтовых вод; (б) концентрации около 30 микроэлементов, включая Cu, Zn, Fe, Mn, B, Se, Co, Mo, Cr, Vd, Y, дополнительно полезны для роста растений; (в) гранулированная форма зёрен улучшает текстуру, пористость и проницаемость почвы. Глауконитовые породы, содержащие, по меньшей мере, 2.2 %  $K_2O$ , рассматривались многими учеными как потенциальное калийное удобрение [1,5,11]. Глауконитовые породы Бакчарского месторождения в среднем содержат 2.5...4.1 %  $K_2O$  вместе с магнием, фосфором, цинком и другими ценными элементами. При этом их глауконитовые концентраты содержат до 12 %  $K_2O$ . Они мелкозернистые, слабо сцементированные и содержат гранулированного глауконита до 58.4 %. Результаты аграрных опытов позволили выявить, что глауконитовые породы Бакчарского месторождения и их концентраты при добавлении в почву оказывают стимулирующий эффект на рост овса (*Avena sativa*). Применение исходного глауконитолита и гранулометрической фракции (-500+125) мкм глауконитолита и глауконитового песчаника обеспечивает максимальный эффект на энергию прорастания (96.6 %) при концентрации 30 кг/га. Исходный глауконитолит (при концентрации 30 кг/га) увеличивает энергию прорастания на 5.2 %, высоту растений на 14.3 % и зеленую массу на 66.9 %. Эти данные указывают на возможность прямого использования необогащенного глауконитолита Бакчарского месторождения в качестве минерального удобрения с концентрацией 30 кг/га. Общие ресурсы глауконита Бакчарского месторождения предварительно можно оценить более чем в 800 млн. т. При таких ресурсах Бакчарское месторождения можно считать крупнейшей сырьевой базой для производства калийных минеральных удобрений на основе глауконита, а также материалов для создания сорбентов и других инновационных продуктов. Использование этих пород может способствовать обеспечению сельскохозяйственных потребителей экологически безопасным и эффективным калийным удобрением местного производства.

На основе полученных результатов были сделаны следующие выводы. (1) Богатые глауконитом породы месторождения по текстурным, минералогическим и химическим характеристикам относятся к трем различным разновидностям, а именно: глауконитолиты, глауконитовые песчаники и глауконит-шамозитовые ооидовые железняки. (2) Мокрое просеивание концентрирует до 90.4% глауконита в гранулометрической фракции (-500+125) мкм для глауконитолита. Электромагнитная сепарация каждого разновидности глауконитовых пород дополнительно увеличивает концентрацию глауконитовых зерен. (3) Аграрные эксперименты показывают, что как исходный, так и обогащенный глауконитолит оказывает одинаковый положительный эффект на рост овса (*Avena sativa*). (4) Дана предварительная оценка ресурсов глауконита в пределах Бакчарского месторождения. Минералого-химические характеристики глауконитовых продуктов соответствуют современным требованиям для использования их в качестве минерального удобрения в сельском хозяйстве и в качестве природного сорбционного материала в решении экологических проблем.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и администрации Томской области в рамках научного проекта 16-45-700090.*

#### Литература

1. Васильев А.А. Глауконит – эффективное природное минеральное удобрение картофеля // Аграрный вестник Урала. – 2009. – № 6. – С. 35–37.
2. ГН 2.1.7.2041-06 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве.
3. Левченко Е.Н., Тигунов Л.П. Глауконит России: состояние, перспективы освоения и развития минерально-сырьевой базы. – Москва: ВИМС, 2011. – 65 с.
4. Drits V.A. Isomorphous Cation Distribution in Celadonites, Glauconites and Fe-illites Determined by Infrared, Mössbauer and EXAFS Spectroscopies // Clay Minerals. – 1997. – Vol. 32. – № 2. – P. 153–179.
5. Franzosi C., Castro L.N., Celeda A.M. Technical Evaluation of Glauconies as Alternative Potassium Fertilizer from the Salamanca Formation, Patagonia, Southwest Argentina // Natural Resources Research. Kluwer Academic Publishers, 2014. – Vol. 23. – № 3. – P. 311–320.
6. McRae S.G. Glauconite // Earth-Science Reviews. – 1972. – Vol. 8. – № 4. – P. 397–440.
7. Odin G.S., Matter A. De glauconiarum origine // Sedimentology. – 1981. – Vol. 28. – P. 611–641.

8. Rawashdeh R. Al, Xavier-Oliveira E., Maxwell P. The potash market and its future prospects // Resources Policy. – 2016. – Vol. 47. – P. 154–163.
9. Rudmin M., Banerjee S., Mazurov A. Compositional variation of glauconites in Upper Cretaceous-Paleogene sedimentary iron-ore deposits in South-eastern Western Siberia // Sedimentary Geology. – 2017. – Vol. 355. – P. 20–30.
10. Rudmin M. et al. Economic potential of glauconitic rocks in Bakchar deposit (S-E Western Siberia) for alternate potash fertilizer // Applied Clay Science. – 2017. – Vol. 150. – P. 225–233.
11. Karimi E. et al. The potential of glauconitic sandstone as a potassium fertilizer for olive plants // Archives of Agronomy and Soil Science. 2012. Vol. 58, № 9. P. 983–993.
12. Shekhar S. et al. Physical and chemical characterization and recovery of potash fertilizer from glauconitic clay for agricultural application // Applied Clay Science. – 2017. – Vol. 143. – P. 50–56.

## МИНЕРАЛОГ-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТАСОМАТИТОВ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ «СВЕТЛОЕ» (ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ)

А.В. Галиханов

Научный руководитель доцент М.А. Рудмин, доцент, Ю.С. Ананьев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Месторождение «Светлое» – одно из первых месторождений кислотного-сульфатного типа, разведанного в России. Под кислотно-сульфатным типом понимается особенность рудной минерализации в высокой окисленности руд и нахождение серы в сульфатной форме [1]. В геологическом строении месторождения принимают участие туфы и лавы дацитов, андезитов и андезибазальтов уракской и хакаринской свит. Вмещающие стратифицированные породы подверглись метасоматическим изменениям с образованием пропилитов и вторичных кварцитов. Вторичные кварциты проявляют зональное строение, в котором выделяются тыловая зона, сложенная монакварцитами, промежуточная, представленная кварц-алунитовыми разностями, и фронтальная, образованная кварц-гидрослюдисто-глинистыми агрегатами [1]. Пропилиты получили ограниченное распространение в краевых участках полей вторичных кварцитов.

Объектами изучения послужили образцы метасоматитов отобранных на участке «Елена». Подготовленные из отобранных образцов шлифы и аншлифы сначала подверглись микроскопическому изучению на микроскопе «Полам» для определения главных породообразующих минералов, а затем с помощью сканирующего электронного микроскопа Tescan Vega 3 SBU с детектором для рентгенофлуоресцентного энергодисперсионного анализа OXFORD X-Max 50 исследовался их элементный состав и рудные включения.

В результате проведенных исследований получены следующие результаты.

Петрографическое изучение монакварцитов тыловой зоны показало, что эти метасоматиты обладают преимущественно однородной текстурой и сложены микрозернистым агрегатом кварца гранобластовой микроструктуры. Размер зерен кварца составляет от 0,025 мм до 0,05 мм. Отмечаются микропоры и каверны, разнонаправленные микропрожилки, которые сложены перекристаллизованным колломорфным кварцем поздней генерации [1]. Кроме кварца в метасоматитах постоянно присутствует барит (рис.). Размер его кристаллов и ксеноморфных агрегатов достигает 1 мм. Минерал образует вкрапленность и выполняет поры и каверны. Электронная микроскопия показала, что кроме кварца и барита в метасоматитах присутствуют рутил и циркон. Рутил представлен игольчатыми скоплениями, образующими сетчатую структуру и в виде игольчатых вкрапленников, обрамляющих реликтовые зерна. Выделения циркона имеют правильные очертания и содержат примесь гафния до 1 %.

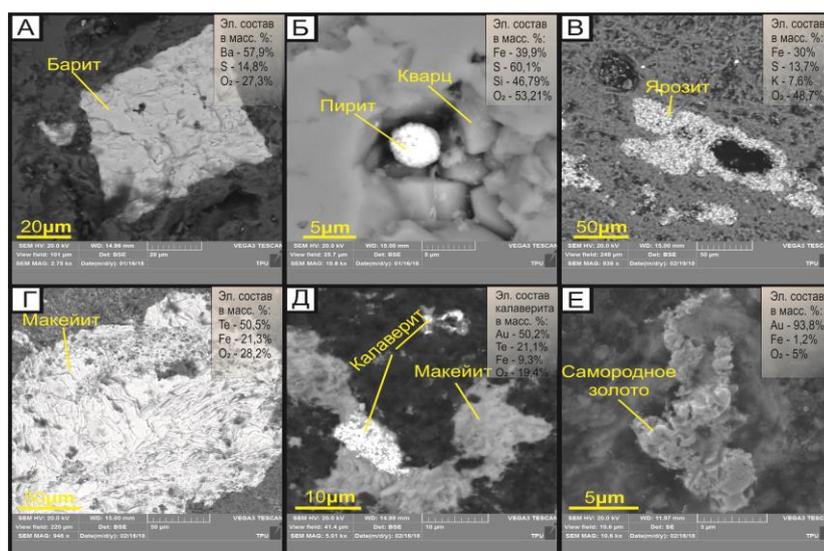


Рис. 1 Особенности выделения некоторых минералов метасоматитов месторождения Светлое: а) барит; б) пирит; в) ярозит; г) макейит; д) калаверит; е) самородное золото

**СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ**

---

Кварц-алунитовые кварциты проявляют однородную, полосчатую и пористую текстуру, гранобластовую микроструктуру. Основным минералом метасоматитов является кварц, размеры зерен которого лежат в пределах 0,01 до 0,05 мм. Алунит встречается в виде ксеноморфных выделений, тяготеющих к порам, кавернам, микропрожилкам. Аналогично монокварцитам, проявлены разноориентированные прожилки, поры и каверны. Электронно-микроскопические исследования показали присутствие микровкрапленников пирита (рис. 1). Минерал образует кристаллы кубической формы и глобулярные выделения размером 5...500 мкм. Его выделения тяготеют к порам, пустотам и трещинам.

Кварц-гидрослюдисто-глинистые аргиллизиты, как правило, сильно лимонитизированы. Метасоматиты проявляют полосчатую текстуру, микролепидогранобластовую структуру. Основная масса сложена кварцем. Отмечаются такие же прожилки, выполненные кварцем. Детальное изучение этих метасоматитов на сканирующем электронном микроскопе показало присутствие кубического пирита размеров 5...20 мкм. Кроме пирита определен ярозит (рис.), который обособлялся в микротрещинах, порах и прожилках.

Пропилиты обнаруживают однородную текстуру. Эти метасоматиты преимущественно сложены микрозернистым кварцем. Эпидот встречается в основном в прожилках. Совместно с эпидотом в прожилках встречен минерал оливково-зеленого цвета. В его составе установлены: Те от 20 до 50 мас. %, Fe от 10 до 20 мас. % и O<sub>2</sub> от 25 до 50 мас. %. Этот минерал, теллурид железа, имеет пластинчатое строение, наблюдается нарастание одной пластинки на другую. Размеры найденных агрегатов достигают 2 мм. Полученные данные свидетельствуют о том, что этот минерал может быть маккейитом или блейкейтом. Оба минерала редкие и встречаются в зонах окисления золото-серебряных эпитермальных месторождений. Однако по данным Frondel и Pough [3], по известным оптическим свойствам данных минералов, в частности по оливково-зеленому цвету, характерному для маккейита, можно назвать данный минерал маккейитом (рис. 1) Этот минерал на месторождении Светлое обнаружен впервые.

Также в агрегатах маккейита обнаружены вкрапленники калаверита (рис. 1). Выделения минерала представлены тонкими пластинками, листочками ксеноморфной формы. Размер самого крупного зерна минерала составляет 15 мкм. В составе минерала обнаружены: Au от 40 до 70 мас. %, Те и Fe 30...40 мас. %, Ag 3...4 мас.%. В этой же ассоциации обнаружено единичное зерно высокопробного самородного золота (рис. 1).

Таким образом, проведенные исследования позволили получить более детальную минералогическую характеристику метасоматитов месторождения. В пропилитах месторождения впервые выделен минерал маккейит, с которым ассоциируются калаверит, самородное золото. Эта парагенетическая ассоциация типична для других золото-серебряных эпитермальных месторождений мира [2, 3].

*Автор выражает благодарность главному геологу ООО «Охотская горно-геологическая компания» Лесняку Дмитрию Викторовичу за предоставленную возможность изучения данного объекта.*

#### Литература

1. Мишин Л.Ф. Вторичные кварциты и их связь с золоторудной минерализацией месторождения Светлое (Ульянский прогиб, Охотско-Чукотский вулканогенный комплекс) // Тихоокеанская геология, 2011. – Т. 30. – № 4. – С. 32–48.
2. Arribas A., Gonzalez-Urrien E., and Hedenquist J.W., 11/2000. Exploration for epithermal gold deposits, Gold in 2000 // Society of Economic Geologists Shortcourse, Tahoe Nevada, 2010-2011. – P. 245–277.
3. Frondel C., Pough F.H. Two new tellurites of iron: mackayite and blakeite. With new data on emmonsite and «durdenite»// American Mineralogist, 1944. – № 29. – P. 211–225.
4. Sher S. Fumarolic activity, acid-sulfate, alteration and high-sulfidation epithermal precious metal mineralization in the crater of Kawah Ijen volcano (Java, Indonesia) // Department Earth and Planetary Sciences, McGill University, Montreal, Quebec, Canada. 2012. – P. 114.

### **ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ СОЛЕНОСНОЙ ТОЛЩИ ГРЕМЯЧИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ**

**Д.И. Голоколосов**

Научный руководитель доцент А.А. Бутенков

**Южно-Российский государственный политехнический университет им. М.И. Платова,  
Новочеркасск, Россия**

В данной работе выполнено изучение особенностей пространственного распределения компонентов минерального вещества полезного ископаемого в пределах Гремячинского месторождения калийных солей, выявлены закономерности изменчивости состава полезного ископаемого в пределах объекта, а также определены некоторые особенности условий формирования соляной толщи.

Гремячинское месторождение калийных солей расположено в пределах Котельниковского района Волгоградской области. В геологическом строении района работ участвуют отложения палеозоя, мезозоя и кайнозоя. Полезный пласт приурочен к отложениям нижнего отдела пермской системы (сакмарский – кунгурский ярусы), представленным известняками, доломитами, гипсами, а также горизонтами каменных и калийных солей.

Исходным материалом для выполнения данной работы послужили результаты химического опробования 27 скважин, пробуренных в пределах месторождения на стадиях оценки и разведки. Намеченная цель исследований достигалась путём решения следующих задач:

1. Расчет матрицы корреляции Пирсона для химических компонентов полезного ископаемого (KCl, NaCl, MgCl, CaSO<sub>4</sub>), а также значений мощности полезного пласта;
2. Построение геохимических карт распределения KCl, NaCl, MgCl, CaSO<sub>4</sub> и мощности пласта;

3. Анализ и геологическая интерпретация построенных карт и рассчитанной матрицы.

Первая задача решается при помощи программы Statistica. Для этого был создан цифровой банк данных, включающий данные о содержаниях NaCl, KCl, CaSO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>. Затем была построена корреляционная диаграмма.

Вторая задача была решена при помощи программы Surfer. Для построения карт использовался оцифрованный банк данных. Оцифровка банка данных производилась в программе Microsoft Excel.

Рассчитанная матрица корреляции Пирсона показывает, что наиболее сильная отрицательная связь проявлена между KCl и NaCl (коэффициент корреляции – 0,91). Также выявлено, что высокая положительная связь наблюдается у значений мощности и содержаний NaCl (коэффициент корреляции 0,31). И при этом мощность отрицательно связана с содержаниями KCl (коэффициент корреляции – 0,31). Также следует отметить отрицательную связь значений NaCl и CaSO<sub>4</sub> (коэффициент корреляции – 0,31) (рис. 1).

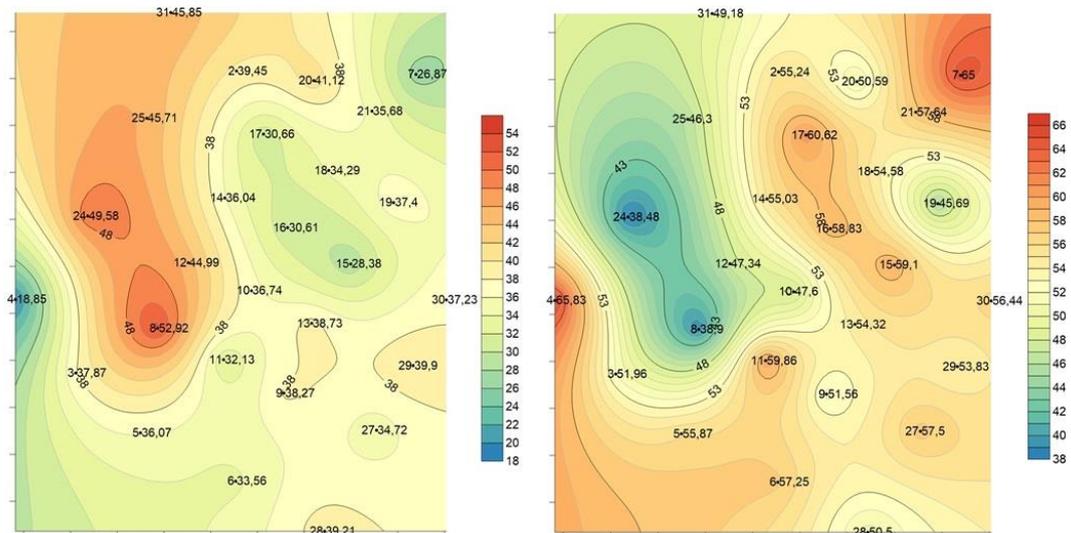


Рис. 1. Карты распределения содержаний KCl (слева) и NaCl (справа)

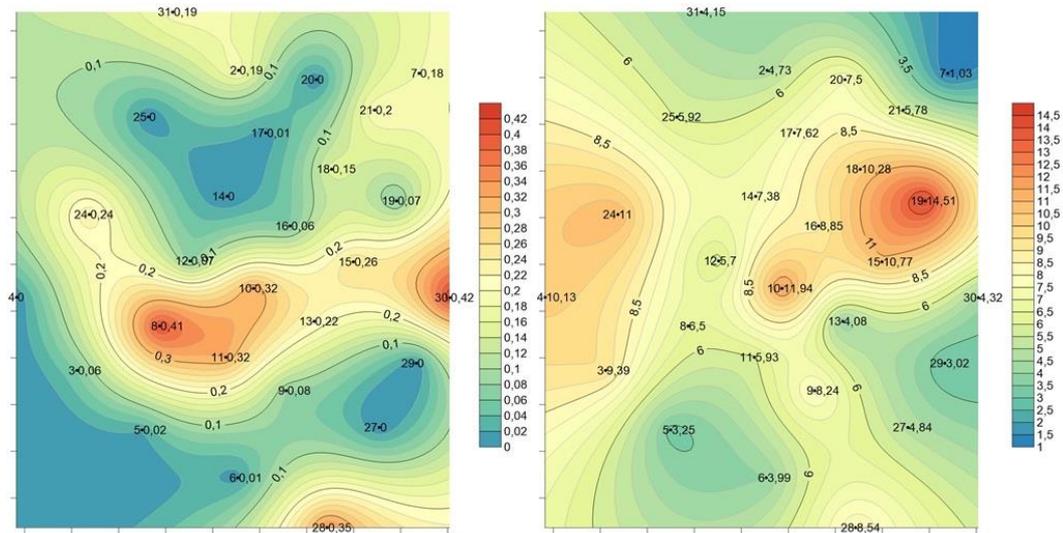


Рис. 2. Карты распределения содержаний MgCl<sub>2</sub> (слева) и CaSO<sub>4</sub> (справа)

Наибольший интерес представляет распределение KCl как главного полезного компонента и мощности полезного пласта.

Мощность сильвинитового горизонта колеблется в пределах 2,25...21,46 м. Неравномерность значений мощности можно объяснить морфологией дна бассейна соленакопления, а также характером дальнейших диагенетических преобразований, произошедших с накопившимися солями.

Представляет интерес выявление взаимосвязи между значениями мощности и содержаниями химических компонентов толщи. Произведенный корреляционный анализ показывает, что наиболее высокая положительная связь наблюдается у значений мощности и содержаний NaCl (коэффициент корреляции 0,31). При этом мощность отрицательно связана с содержаниями KCl (коэффициент корреляции – 0,31). Это обусловлено тем обстоятельством, что мощность соляного пласта образованна преимущественно галитом, нарастание содержания которого сопровождается синхронным снижением содержания сильвина. Данное обстоятельство можно объяснить тем, что основные объемы солей в пределах месторождения отлагались в более раннюю, галитовую стадию, а

**СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ**

---

сильвин, как более легкорастворимый, отлагался позже, и концентрация калиевого компонента в исходной рапе была ниже, чем концентрация натриевых солей. Это также подчеркивается резко отрицательной связью KCl и NaCl (коэффициент корреляции – 0,91)

Также следует отметить отрицательную связь значений NaCl и CaSO<sub>4</sub> (коэффициент корреляции составляет – 0,31), что также объясняется накоплением этих соединений в разные стадии – сульфаты, как более труднорастворимые соединения, отлагались раньше и в сравнительно небольшом количестве, на что указывает их слабая положительная связь с мощностью (коэффициент корреляции 0,13).

Примечательна также положительная связь KCl и MgCl (коэффициент корреляции 0,25). Это можно объяснить тем, что MgCl, являющийся составной частью минерала бишофита (MgCl<sub>2</sub> \* 6H<sub>2</sub>O), также является и составной частью калийсодержащего минерала карналлита (KCl<sub>2</sub> \* MgCl<sub>2</sub> \* 6H<sub>2</sub>O) (рис. 2).

Таким образом, в пределах изучаемого участка нами изучен соляной пласт, сформировавшийся главным образом в хлоридную стадию отложения солей в бассейне лагунного типа, в ходе прогрессивной ветви процесса эвапоритизации [1]. Значительная часть разреза соответствует хлоридной стадии галогенного процесса – несколько раньше отлагалась преимущественно преобладающий и относительно труднорастворимый галит, а позже в осадок выпадал более легкорастворимый сильвин, количественно занимающий второе место.

**Литература**

1. Байков А.А., Седлецкий В.И. Литогенез (мобилизация, перенос, седиментация, диагенез осадков). – Ростов-на-Дону, Изд-во СКНЦ ВШ, 1997. – 448 с.

**ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ УЧАСТКОВ КОРЕННОЙ АЛМАЗОНОСНОСТИ  
СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ**

**Е.О. Егорова**

Научный руководитель главный научный сотрудник В.П. Афанасьев

**Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск, Россия**

На Сибирской платформе известны три эпохи кимберлитового магматизма – среднепалеозойская (поздний девон), триасовая и юрско-меловая. Наиболее продуктивной является среднепалеозойская, триасовая эпоха значительно менее алмазоносна, а юрско-меловые кимберлиты практически не алмазоносны [1].

В некоторых случаях в ореолах индикаторных минералов кимберлитов пространственно совмещены минералы разновозрастных кимберлитов, это создает определенные трудности в использовании минералогических методов поиска кимберлитовых тел и требует знания типоморфных особенностей ассоциаций индикаторных минералов кимберлитов каждой эпохи [2].

Для гранатов из россыпей, связанных со среднепалеозойскими кимберлитами, характерны следующие особенности:

- химический состав отражает максимальное разнообразие парагенезисов, присутствуют гранаты алмазной ассоциации;
- максимальное разнообразие по степени механического износа, преобладает средняя и высокая степень механического износа;
- имеют признаки гипергенных изменений, связанных с позднедевонской латеритной корой выветривания.

Для гранатов из россыпей, связанных с триасовыми кимберлитами, характерно: значительное сокращение парагенетического разнообразия, незначительное количество гранатов алмазной ассоциации или их полное отсутствие, только слабый механический износ. Повышенный механический износ наблюдается в триасовых отложениях только по периферии платформы в прибрежно-морских коллекторах. Гипергенная коррозия отсутствует.

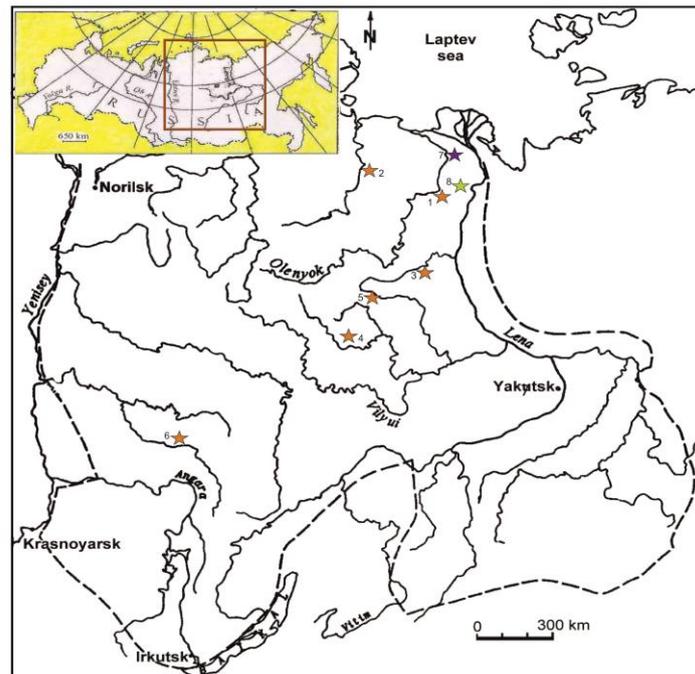
На юрско-меловой возраст указывают следующие признаки:

- резкое изменение парагенетического состава ассоциации гранатов в связи с глубинным метасоматозом (резко доминируют гранаты малоглубинных лерцолитов). Гранаты алмажной ассоциации отсутствуют. Слабый механический износ. Отсутствие гипергенной коррозии.

С использованием описанных выше критериев нами определен возраст кимберлитов в ряде алмазоносных регионов (рис. 1).

По нашим данным, среднепалеозойские кимберлиты распространены в следующих регионах: район Кютюгдинского грабена, бассейн реки Маят (Анабарский район), нижнее течение реки Муна, междуречье рек Марха и Моркока, междуречье рек Муна и Марха, Тычанский алмазоносный район (Красноярский край). В этих регионах преобладают индикаторные минералы со средней до сильной степени механического износа. На некоторых зернах пиропов присутствуют следы гипергенной коррозии, связанной со среднепалеозойской корой выветривания. Распределение составов гранатов соответствует среднепалеозойским кимберлитам, присутствуют высокохромистые субкальциевые пиропы алмажной ассоциации.

На северном склоне Оленекского поднятия (Келимярская площадь) подавляющее большинство пиропов не имеет признаков гипергенной коррозии при слабом износе. Распределение составов пиропов на диаграмме Н.В. Соболева [3] характерно для триасовых кимберлитов при малом количестве пиропов алмажной ассоциации. Все три фактора (отсутствие гипергенной коррозии, слабый износ, распределение составов пиропов) указывают на триасовый возраст местных кимберлитов.



**Рис. 1** Прогнозируемые кимберлитовые поля:  
 1 – Кютюндинское, среднепалеозойские, 2 – Маятское среднепалеозойские,  
 3 – Нижнемунское среднепалеозойские,  
 4 – Марха-Моркокинское среднепалеозойские, 5 – Муно-Мархинское среднепалеозойские,  
 6 – Тычанское среднепалеозойские, 7 – Келимярское, триасовые,  
 8 – Элитибиевское, юрско-меловые

На индикаторных минералах из россыпей в бассейне реки Элитибие фиксируется только слабый механический износ, минералы со следами гипергенной коррозии отсутствуют, поэтому трудно предположить среднепалеозойский возраст коренного источника. К тому же химический анализ пиропов показал большое сходство с пиропами из юрских трубок северо-востока платформы, типа трубки Муза. Пиропы алмазной ассоциации не обнаружены. Совокупность этих фактов указывает на юрско-меловой возраст источников.

#### Литература

1. Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н., Похиленко Н.П. Поисковая минералогия алмаза. – Новосибирск: Гео, 2010. – 650 с.
2. Егорова Е.О., Афанасьев В.П., Самданов Д.А. Закономерности транспортировки индикаторных минералов при формировании механических ореолов рассеяния // Руды и металлы, 2013. – № 6. – С. 35–39.
3. Соболев Н.В., Боткунов А.И., Лаврентьев Ю.Г., Поспелова Л.Н. Особенности состава минералов, ассоциирующих с алмазами трубки «Мир». Якутия // Зап. ЗВМО, 1971. – Ч. 100. – Вып. 5. – С. 558–564.

## ПОДГОТОВКА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ РАБОТЫ В ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ НА ПРИМЕРЕ ГИС MICROMINE

**А. Ерлан, В.Р. Бреусов**

Научные руководители А.Н. Мартыненко<sup>2</sup>, А.Н. Сарсенбаева<sup>1</sup>  
**Информационно-аналитический центр геологии и минеральных ресурсов  
 Республики Казахстан<sup>1</sup>,  
 Макролайн Центральная Азия<sup>2</sup>, г. Алматы, Республика Казахстан**

Цель: подготовить геологические данные для работы в геоинформационных системах. Объектом исследования является программа Micromine.

Задача: собрать, подготовить и загрузить в специализированную программу геологические данные.

Предметом исследования являются геологические данные и программное обеспечение Micromine, которое используется в работе геологами и горняками. Основное внимание мы будем уделять геоинформационным системам (ГИС). ГИС – это компьютерные программы, а также это понятие, имеющее очень много определений. Мы остановимся на одном, самом простом: геоинформационная система – это система, предназначенная для ввода, хранения, обработки и анализа пространственной и непространственной информации [1].

Для тех, кто решил посвятить свою жизнь разгадыванию тайн, которые скрыты под Земной поверхностью, очень важно обладать знаниями по целому ряду наук – это и математика, география, химия, биология и большое

### СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ

количество других знаний так или иначе связанных с тем, чтобы в полной мере понимать, как устроена Земля и какие закономерности есть в образовании и размещении полезных компонентов и полезных ископаемых. Полезные ископаемые играют огромную роль в развитии всего человечества, если задуматься на эту тему они нужны всегда и всем. В современном быстро развивающемся мире важно уметь использовать достижения науки и техники для изучения Земли и науки геологии, в частности. Есть огромное количество геологических программ, задача, которых обработать данные и получить результаты на основе, которых будут приняты решения, добывать или не добывать полезные ископаемые из недр земных. Мы решили использовать программу «Micromine», так как она имеет интуитивный, дружелюбный интерфейс и легко решает задачи по созданию геологических объектов, проектированию горных пород и составлению сложных составных геологических чертежей [2].

Что же такое «Micromine». Micromine – это комплексное решение для горнодобывающей промышленности, охватывающее весь производственный цикл: от геологоразведки и трехмерного моделирования до контроля над горным производством, планирования и управления данными. Цель программы состоит в том, чтобы подсчитать запасы полезных ископаемых в недрах земли. Задачи программы: геологоразведка и проектирование шахт [2].

Для начала работы с любой программой необходимо познакомиться с основными понятиями и обозначениями, принятыми в геологии. Это такие понятия как: бурение, скважина, устье скважин, глубина скважины, угол бурения скважины, забой скважины, стенки скважины, траектория скважин, геологическая карта и разрез, рельеф, координаты скважины, геологическое описание скважины, визуализация данных, импорт данных, геологические коды, разведочная линия и керн скважины. [3]

Понять и наглядно представить, как выглядит и для чего предназначен керн скважин можно достаточно просто с помощью пластилина. Используя пластилин можно сделать геологическую поделку, чтобы получить представление о том, как в процессе бурения получается образец горной породы. Колонка породы извлекается из скважины в процессе бурения посредством специально предназначенного для этого вида бурения инструментом. Используя пластилин разных цветов, можно представить простое геологическое строение сделаем «Слои земли» (рис. 1).



Рис. 1 «слои земной коры»



Рис. 2 «колонка породы»

Соломинкой проткнем все слои насквозь, таким образом мы имитируем процесс бурения. Вытащив и разрезав соломинку, мы извлечем наш импровизированный керн «колонку породы» показывающую, из каких слоев состоит изучаемая нами область пространства под землей (рис. 2).

Получаемые в процессе бурения данные заносятся сначала в журналы документации, а позже или параллельно в электронные таблицы на компьютер для дальнейшего использования в специальных программах.

Подготовку данных к работе мы будем выполнять для программы Майкромайн. Мы выбрали Майкромайн (Micromine) как самую распространённую и достаточно простую в использовании специализированную программу. Нам интересно получить знания работы с программой и научиться собирать и подготавливать геологические данные для последующей работы.

До того, как данные попадают в программу, они должны быть предварительно обработаны. Данными на первом этапе работы будут журналы геологической документации, содержащие описание геологического строения и ряд технических параметров. Если геологическое описание выполнялось в бумажном варианте, позже эти данные должны быть занесены в электронные таблицы или сразу непосредственно в программу. Мы будем использовать промежуточный вариант с описанием работы в таблицах программы Excel. После завершения бурения скважины, описание строения и технические параметры из журналов документации заносятся в программу Excel. В программе Майкромайн для работы будут использоваться несколько обязательных таблиц, подготовленных в программе Excel.

Это такие таблицы как: таблица устьев, таблица инклинометрии, таблица опробования, таблица геологического описания. Данные с расположением скважин – таблица устья в программе Excel. Таблица выглядит так: таблицы опробования и геологического описания в программе Excel выглядят подобно, меняются только заголовки полей с данными и обязательно в каждой таблице должен быть указан номер скважины – это одно из самых важных полей (рис. 3).

После того как в программе Excel подготовлены основные таблицы, это от одной таблицы устьев до 3-4 дополнительных таблиц с данными можно начинать работать в программе Майкромайн (Micromine).

Как и в любой работе и в любых действиях на компьютере все начнется с открытия программы.

После открытия программы Майкромайн необходимо создать Проект. Проект – это специальная папка где будут храниться все файлы, создаваемые в ходе работы с программой. При создании Проекта ему дается имя и в дальнейшем мы будем работать с именными данными это и Проекты, и все файлы, создаваемые в программе. [3].

	A	B	C	D	E	F
1	Скважина	Развед. линия.	X	Y	Z	Глубина забоя
2	GL04	5	24969.872	15870.4	1563.503	105
3	GL05	5	24941.52	15870.4	1562.198	231.65
4	GL06	7	24953.538	15921.367	1567.583	128.8
5	GL07	7	24936.186	15921.367	1569.435	184.2
6	GL08	9	24956.242	15976.325	1578.285	143.2
7	GL09	9	24939.893	15976.325	1579.493	170
8	GL10	8	24989.655	15950.719	1576.227	115.05
9	GL12	8	24976.305	15950.718	1575.466	134.65
10	GL16	6	24960.152	15902.145	1564.059	141.1
11	GL18	6	24931.803	15902.145	1567.523	145.45
12	GL24	4	24983.867	15843.72	1566.428	94.05
13	GL27	4	24951.518	15843.72	1562	111.25
14	GL29	5	24960.287	15866.424	1562.193	144.3
15	GL32	10	24958.605	16005.771	1581.674	156.45
16	GL50	10	24942.3	16005.771	1583.797	207.25
17	GL52	8	24929.285	15951.107	1577.196	199.85
18	GL55	7	25029.453	15924.862	1573.603	65.45
19	GL57	7	25019.777	15924.876	1571.502	106.8
20	GL59	6	25020.7	15895.21	1575.228	57.75
21	GL60	5	25011.97	15870.18	1574.308	78.45
22	GL61	4	25007.897	15840.418	1573.468	90.35
23	GL62	3	24984.305	15817.053	1567.467	125.05
24	GL63	3	25007.205	15814.301	1573.711	78.8
25	GL64	2	24948.375	15786.024	1557.196	105.7
26	GL70	3	24944.305	15817.053	1558.088	130.05

Рис. 3 Таблица устьев

После создания Проекта мы должны загрузить в него данные из наших электронных таблиц. Загрузка данных в программу выполняется с помощью функции импорта; по смыслу – это загрузка данных и создание в программе Майкромайн новых файлов со своими именами. С этими файлами, созданными в ходе импорта, программа уже сможет работать, и мы увидим результат нашей работы. После того как все имеющиеся данные будут загружены они будут проверены и объединены в общий набор и такой набор называется База данных. Используя созданную Базу данных, мы сможем увидеть скважины как картинку, при этом в программе Майкромайн скважины можно покрутить в пространстве как в компьютерной игре.

Вот так выглядит результат загрузки и отображения геологических скважин в программе Майкромайн (рис. 4 и 5).

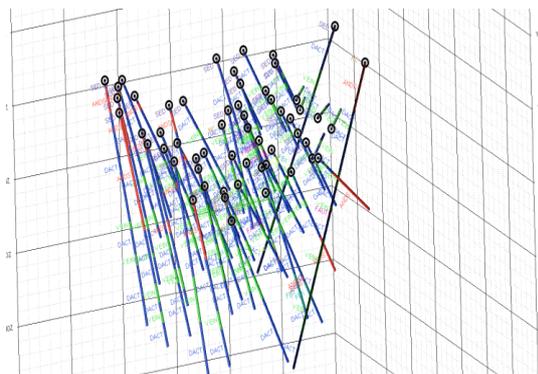


Рис. 4 Визуализация данных

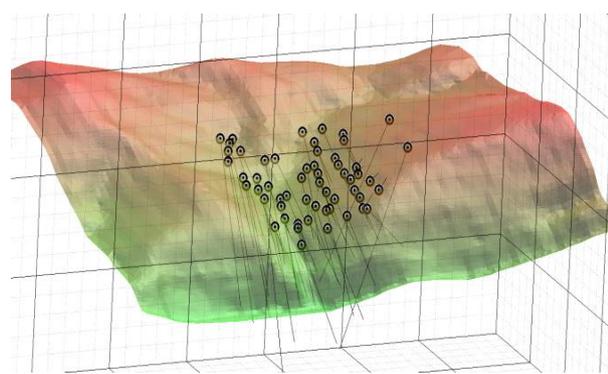


Рис. 5 Визуализация данных с рельефом

На рисунке 5 показано как выглядят данные загрузки скважин с созданной поверхностью – рельефом.

Это оказалось очень интересно и это только начало большого интересного пути работы с геологическими данными в программе Майкромайн!

В заключение можно сказать, что работать с информацией для геологической программы Micromine было очень интересно. Мы можем себе представить использование такого умения работы с данными и в других направлениях, и будет интересно продолжить работу в этом направлении.

#### Литература

1. Басаргин А.А. Моделирование месторождений рудных полезных ископаемых с использованием геоинформационной системы micromine. Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, 2015. – 20 с.
2. Micromine 2016 версия 16 Интуитивно-понятное горно-геологическое решение Знакомство Micromine 2016 версия 16.
3. Электронная база обучения программ Micromine.

### НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ИЗУЧЕНИЮ ГАЗОНОСНОСТИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ УЧАСТКА ТАЛДЫКУДУКСКИЙ КАРАГАНДИНСКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА

С.В. Кабирова, Г.М. Балниязова

Научный руководитель профессор В.Г. Ворошилов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Основным компонентом природных газов угольных пластов на участке Талдыкудукский является метан. Его концентрации в смеси природных газов угольных пластов составляют 70...91,4 %. В виде примесей (от 0,1 до

**СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ**

2,6 %) присутствуют (с неравномерным распределением) гомологи метана – этан и пропан (тяжелые углеводородные газы).

Частота встречи тяжелых углеводородов (ТУ) в составе газов углей в разрезе скважины Т-3 составляет 64 % от общего количества углегазовых проб. Они отмечаются на глубинах 238...506 метров. Частота встречи тяжелых углеводородов в разрезе скважин Т-5 и Т-5-4 составляет 90 % от общего количества углегазовых проб.

Удельное содержание ТУ в угольных пластах изменяется от 0,003 до 0,12 кубометров на тонну сухой беззольной массы ( $\text{м}^3/\text{т}$  с.б.м.), в том числе этана от 0,01 до 0,05  $\text{м}^3/\text{т}$  с.б.м., пропана от 0,002 до 0,05  $\text{м}^3/\text{т}$  с.б.м. и бутана от 0,002 до 0,01  $\text{м}^3/\text{т}$  с.б.м.

В скважине Т-3 в 3 пробах (27 % от общего числа углегазовых проб) на глубине 191,3...239,2 м отмечен водород в концентрациях от 0,002 до 0,005  $\text{м}^3/\text{т}$  с.б.м.

Результаты исследования газоносности угольных пластов по методике десорбционных тестов представлены в таблице 1.

**Таблица 1**

**Результаты исследования газоносности угольных пластов на участке Талдыкудукский**

№ п/п.	Номер скважины	Номер пробы	Название пласта	Интервал отбора, м	Абс. отметка отбора пробы, м	Газоносность, $\text{м}^3/\text{т}$ с.б.м.
1	Т-3	К 285	к <sub>15</sub>	190,9...191,3	+339,1	5,78
2	Т-3	К 286	к <sub>15</sub>	191,3...191,7	+338,7	7,16*
3	Т-3	К 287	к <sub>15</sub>	193,1...193,5	+336,9	5,28
4	Т-3	К 288	к <sub>14</sub>	238,4...238,8	+291,6	8,37
5	Т-3	К 289	к <sub>14</sub>	238,8...239,2	+291,2	8,16
6	Т-3	К 290	к <sub>13в</sub>	305,6...305,8	+224,6	10,6
7	Т-3	К 291	к <sub>13в</sub>	306,2...306,6	+223,8	9,93
8	Т-3	К 292	к <sub>13в</sub>	306,6...307,0	+223,4	10,5
9	Т-3	К 323	к <sub>12</sub>	501,55...502,0	+28,45	15,0
10	Т-3	К 324	к <sub>12</sub>	502,4...502,85	+27,6	15,1
11	Т-3	К 325	к <sub>12</sub>	506,25...506,7	+23,75	15,3
12	Т-5	К 185	к <sub>12</sub>	279,9...280,4	+240,10	10,94
13	Т-5	К 186	к <sub>12</sub>	282,0...282,5	+238,00	12,39
14	Т-5	К 187	к <sub>12</sub>	284,6...285,1	+235,40	12,66
15	Т-5	К 188	к <sub>10</sub>	426,0...426,4	+94,00	15,80
16	Т-5	К 189	к <sub>10</sub>	427,5...427,9	+92,50	15,48
17	Т-5	К 190	к <sub>10</sub>	427,9...428,3	+92,10	8,08*
18	Т-5-4	К 191	к <sub>12</sub>	224,8...225,3	+292,20	10,36
19	Т-5-4	К 192	к <sub>12</sub>	227,2...227,7	+292,80	10,40
20	Т-5-4	К 193	к <sub>12</sub>	228,2...228,7	+291,80	10,41
21	Т-5-4	К 194	к <sub>11</sub>	351,5...352,0	+168,50	14,06
22	Т-5-4	К 195	к <sub>11</sub>	352,0...352,5	+168,00	13,78

Метаноносность совокупности угольных пластов по данным десорбционных тестов в зоне метановых газов возрастает с увеличением глубины залегания угольных пластов по криволинейному закону затухающими темпами от 3...3,5  $\text{м}^3/\text{т}$  с.б.м.:

– в скважине Т-3 на отметке от +380 м до 11,4  $\text{м}^3/\text{т}$  с.б.м. на горизонте +200 и достигает 15,7  $\text{м}^3/\text{т}$  с.б.м. на горизонте +/- 0 м.

– в скважинах Т-5, Т-5-4 на отметке от +440 м (абс.) до 19,2  $\text{м}^3/\text{т}$  с.б.м. на горизонте +200 и достигает 23,0  $\text{м}^3/\text{т}$  с. б. м. на горизонте +/- 0 м.

Из графика изменения метаноносности угольных пластов марки К получены эмпирические уравнения нарастания с глубиной (Н, м) природной метаноносности ( $M_{\text{пр}}$ ,  $\text{м}^3/\text{т}$  с.б.м. угля) угольных пластов (уравнения Ленгмюра):

по скважине Т-3:  $M_{\text{пр}} = 26,178 - 7302,94 / (695,075 - Н)$ ;

по скважине Т-5:  $M_{\text{пр}} = 30,83 - 4792,81 / (613,24 - Н)$ ;

по скважине Т-5-4:  $M_{\text{пр}} = 30,83 - 4792,81 / (613,24 - Н)$ .

Прогноз природной метаноносности угольных пластов по гипсометрическим горизонтам в разрезе скважины Т-3, Т-5, Т-5-4 представлен в таблицах 3-4.

Количественные характеристики метаноносности угольных пластов представлены в таблицах 2-4.

**Таблица 2**

**Прогноз изменения с глубиной природной метаноносности угольных пластов по скважине Т-3**

Скважина	Прогнозные значения метаноносности, м <sup>3</sup> /т с.б. м.							
	+350	+300	+250	+200	+150	+100	+50	+/-0
Т-3	5,0	7,7	9,8	11,4	12,8	13,9	14,9	15,7
Градиент нарастания метаноносности		2,7	2,1	1,7	1,4	1,1	0,9	0,8

**Таблица 3**

**Прогноз изменения с глубиной природной метаноносности угольных пластов по скважинам Т-5 и Т-5-4**

Скважины	Прогнозные значения метаноносности, м <sup>3</sup> /т с.б. м.								
	+400 м	+350 м	+300 м	+250 м	+200 м	+150 м	+100 м	+50 м	+/-0 м
Т-5 и Т-5-4	8,3	12,6	15,5	17,6	19,2	20,5	21,5	22,3	23,0
Градиент нарастания метаноносности		4,3	2,9	2,1	1,6	1,3	1,0	0,8	0,7

В таблице 4 представлен предварительный прогноз гипсометрического положения линий равной метаноносности (изогазы) в разрезе скважин Т-3, Т-5 и Т-5-4.

**Таблица 4**

**Предварительный прогноз гипсометрического положения изогаз 5, 10, 13, 15, 20 м<sup>3</sup>/т с.б.м.**

Скважина	Гипсометрическая глубина залегания изогаз				
	5	10	13	15	20
Т-3	+350	+244	+142	+43	-
Т-5, Т-5-4	+428	+383	+344	+310	+169

Далее дана прогнозная оценка газоносности пластов, залегающих на различных гипсометрических уровнях.

Пласт к<sub>15</sub> – 6,86...7,51 м<sup>3</sup>/т с.б.м.;

Пласт к<sub>14</sub> – 10,61...10,88 м<sup>3</sup>/т с.б.м.;

Пласт к<sub>13в</sub> – 12,91...13,74 м<sup>3</sup>/т с.б.м.;

Пласт к<sub>12</sub> – 19,46...19,86 м<sup>3</sup>/т с.б.м.

Полученные данные позволяют осуществлять прогноз изменения с глубиной газоносности угольных пластов на участке Талдыкудукский.

## **ВЫДЕЛЕНИЕ ТИПОВЫХ РАЗРЕЗОВ КАРНАЛЛИТОВОГО ПЛАСТА ГОРИЗОНТА 0-7 ЛЮБАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНО-МАГНИЕВЫХ СОЛЕЙ (БЕЛАРУСЬ) НА ОСНОВЕ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА**

**А.В. Кирикович**

Научный руководитель доцент Н.С. Петрова

**Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь**

Любанское месторождение расположено в северо-западной части Припятского прогиба, тектоника которого определяется наличием продольных по отношению к прогибу структур второго порядка – ступеней и разделяющих их региональных разломов, амплитуда которых по поверхности фундамента составляет 1...3 км [1].

**СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ**

---

Контуры распространения калийных горизонтов контролируются структурным планом калиеносной субформации. В большинстве случаев площади их развития ограничиваются осевой частью синклиналиной структуры и имеют вытянутую в субширотном направлении форму.

Любанское месторождение является перспективным на калийно-магниевые соли, здесь сосредоточены и значительные ресурсы калийных солей. Наиболее перспективными являются горизонты 0-7, 0-6 и II-7.

Наибольший практический интерес представляет залежь калийно-магниевых солей горизонта 0-7. Границей распространения горизонта 0-7 на данной площади является в основном линия его выхода на поверхность соли, то есть ее положение обусловлено постседиментационными процессами подземного выщелачивания. На юге участка горизонт частично ограничен Северо-Калиновским разломом. В восточном направлении горизонт прослеживается дальше в пределах Октябрьского месторождения.

Поверхность горизонта моноклинально погружается от Северо-Калиновского разлома к северу от абсолютной отметки -467 м до -787 м [1]. Вдоль Северо-Калиновского разлома в его опущенном крыле прослеживается приазолная синклиналь амплитудой около 80 м. Горизонт 0-7 распространен также в узкой (не шире 1 км) полосе вдоль этого же разлома в его южном (поднятом) крыле. Его поверхность залегает здесь на глубине около 700 м, что на 40...50 м выше положения этой поверхности к северу от разлома. Мощность горизонта составляет от 9,20 до 16,65 м [2]. Состоит он из двух пластов – сильвинитового (нижнего) и карналлитового (верхнего).

Сильвинитовый пласт, в свою очередь, состоит из чередующихся слоев галопелитов, каменной соли и сильвинитов. Насчитывается до 5 слоев сильвинита мощностью 0,15...0,75 м. Общая мощность пласта изменяется от 0,15 до 2,39 м. Весь пласт обогащен глинистым материалом. Содержание основных компонентов в пласте следующее (в %): KCl – от 11,06 до 57,55; MgCl<sub>2</sub> – от 0,10 до 11,55; нерастворимый остаток (н.о.) – от 1,91 до 23,38 [2]. Промышленного значения пласт не имеет.

Карналлитовый пласт мощностью от 2,20 до 7,98 м сложен карналлитовой породой с прослоями каменной соли и галопелитов. В наиболее полных разрезах выделяется до пяти карналлитовых слоев. Максимальной мощностью (до 3...3,8 м) и выдержанностью по простиранию характеризуется слой Iк. Окраска карналлитовой породы сургучно-красная, красно-бурая, буровато-оранжевая с характерным золотистым отливом. Иногда наблюдаются темно-вишневые и темно-бурые карналлиты, реже – черные или сиреневые. Структура карналлитовой породы в основном мелкозернистая, текстура массивная, характеризующаяся равномерным расположением зерен карналлита. Отличается наибольшим содержанием карналлита по пласту среди карналлитовых залежей Припятского прогиба. Хлористого калия в пласте содержится от 19,83 до 24,47 %, хлористого магния – от 19,60 до 28,57 %, нерастворимого остатка – от 1,80 до 15,90 % [2]. Основываясь на соотношении в разрезе пласта карналлитовой породы, сильвинита и галопелитов выделяются следующие литофации на территории месторождения [3]: массивных карналлитов, галопелито-карналлитовая и карналлит-галопелитовая литофации.

Для выделения типовых разрезов карналлитосодержащих залежей рассматриваются [3]:

1) степень изменчивости – амплитуда колебаний наблюдаемых значений признака (мощность и качество), которая определяется отклонениями измеренных значений от их среднего значения, мерой изменчивости является коэффициент вариации;

2) характер изменчивости – способ изменения признака в пространстве, позволяющий на основе выявленных закономерностей прогнозировать значения его в пространстве.

При одной и той же степени изменчивости характер изменчивости отличается. Выделены основные типы характера изменчивости [3]: – случайный (наблюдаемые в различных скважинах значения признака не зависят друг от друга); закономерный или координированный (наблюдается некая связь с пространственным положением скважин относительно геологического строения территории); 3) структура изменчивости (изотропная и анизотропная) – различия в степени или характере изменчивости (или в том и другом одновременно) в пределах различных частей площади развития калийной залежи. Анизотропия изменчивости проявляется по определенным направлениям в пределах залежи, которые позволяют разделить залежь на однородные геологические блоки.

Главное назначение кластерного анализа – разбиение множества исследуемых объектов и признаков на однородные в некотором смысле группы, или кластеры. Этот способ классификации хорошо подходит для анализа большого объема информации. Большое достоинство кластерного анализа в том, что он дает возможность производить разбиение объектов не по одному параметру, а по ряду признаков. Кроме того, кластерный анализ в отличие от большинства математико-статистических методов не накладывает никаких ограничений на вид рассматриваемых объектов и позволяет исследовать множество исходных данных практически произвольной природы.

Типовые разрезы карналлитового пласта 0-7 горизонта были выделены на основании обобщения проведенных трех кластерных анализов по данным:

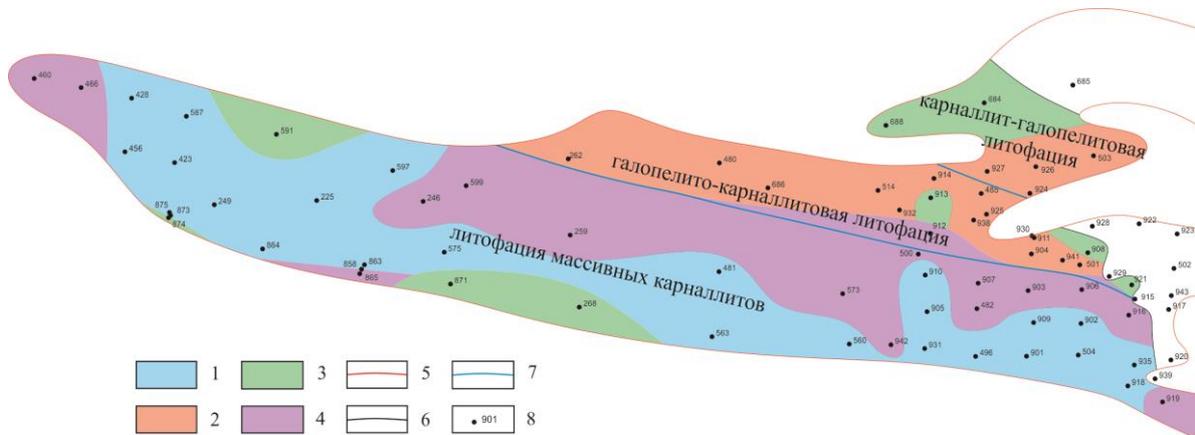
- средневзвешенного содержания основных компонентов в пласте;
- процентного содержания основных компонентов в пласте;
- соотношений средневзвешенного содержания основных компонентов.

В результате можно выделить четыре типовых разреза карналлитового пласта (рисунок).

Карналлит-соляной тип разреза имеет широкое распространение, в основном занимает южную часть Любанского месторождения. Мощность пласта в среднем составляет 5,7 м. Содержание карналлита в пределах от 37 до 68,5 %, в среднем составляет 53,4 % в пласте. Количество н.о. довольно низкое (в среднем по пласту 5,7 %). Отличается наименьшими значениями соотношений н.о./карналлит, н.о. / NaCl, сильвин / NaCl.

Карналлит-глинистый тип приурочен к наиболее погруженной части месторождения и занимает его северо-восточную часть. Отличается наибольшей мощностью карналлитового пласта (за счет многочисленных глинистых прослоев), которая составляет в среднем 8,2 м. Содержание н.о. является максимальным по месторождению, в

среднем имеет значение 42,1 % (в пределах от 30 до 58 %). Содержание карналлита широко колеблется от 14 до 42 % и в среднем составляет 31,2 %. Характеризуется максимальными значениями соотношений в пласте н.о. / NaCl, сильвин / NaCl.



**Рис. 1 Распространение типовых разрезов карналлитового пласта горизонта 0-7 в пределах Любанского месторождения:**

**типовые разрезы (1 – карналлит-соляной; 2 – карналлит-глинистый; 3 – сильвин-карналлит-глинистый; 4 – гиперкарналлит-соляной); 5 – граница распространения горизонта 0-7; 6 – граница распространения карналлитового пласта; 7 – граница литофаций; 8 – разведочные скважины**

Сильвин-карналлит-глинистый тип имеет островное распространение и в основном приурочен к краевой зоне месторождения. Характеризуется повышенным содержанием сильвина в пласте (в среднем 10,5 %), что связано с образованием вторичных сильвинитов за счет карналлитовой породы. Мощность пласта составляет в среднем 3,8 м. Среднее содержания карналлита и н.о. почти одинаковы и составляют 20,2 и 20,4 % соответственно, причем содержание карналлита минимальное среди всех типов разрезов карналлитового пласта. К данному типу приурочены максимальные показатели соотношений сильвин / карналлит, сильвин / NaCl, н.о./карналлит.

Гиперкарналлит-соляной тип разреза занимает центральную и крайнюю западную часть Любанского месторождения. Мощность карналлитового пласта в среднем составляет 7,3 м. Характеризуется максимальным содержанием карналлита 64,2 % (в пределах от 58 до 73 %) и минимальным содержанием сильвина по пласту (4,4 %). Содержание н.о. достаточно низкое (9,9 %). Отличается максимальным значением соотношения карналлит/NaCl и минимальным сильвин/карналлит.

На основании выделенных типов разрезов можно разделить Любанское месторождение на северную и южную часть по линии скв. 599 – 3р Борисовская – 912 – 906. Северная часть месторождения характеризуется сочетанием карналлит-глинистого и сильвин-карналлит-глинистого типов разрезов, причем большую часть занимает карналлит-глинистый. Южная часть отличается распространением типов разрезов с повышенным содержанием карналлита и пониженным н.о. (карналлит соляной и гиперкарналлит-соляной типы). С точки зрения промышленного интереса наиболее перспективна центральная часть южного участка месторождения.

#### Литература

1. Месторождения калийных солей Беларуси: геология и рациональное недропользование / Под ред. Э.А. Высоцкого. – Минск: БГУ, 2003. – 264 с.
2. Петрова Н.С., Высоцкий Э.А., Дашкевич В.П. Карналлитовое сырьё – перспектива развития минерально-сырьевой базы калийной промышленности Республики Беларусь // Природные ресурсы. – Минск, 2005. – № 2. – С. 23–35.
3. Петрова Н.С., Высоцкий Э.А. Фациальные изменения в карналлитовых залежах пластового типа // Калийные соли Беларуси: состояние освоения месторождений, перспективы развития, проблемы. Тезисы докладов междунар. науч.-практ. конф. – Минск, 1999. – С. 35–37.

## ГЕОЛОГИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЗОЛОТОНОСНОСТИ ЗОНЫ СОЧЛЕНЕНИЯ КАНСКОГО ВЫСТУПА И ЧУЛЫМО-ЕНИСЕЙСКОЙ ВПАДИНЫ (КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ)

**В.В. Кравцов**

Научный руководитель доцент О.М. Гринёв

**Национальный исследовательский Томский государственный университет г. Томск, Россия**

Целью написания данной статьи явилось обобщение, совокупности материала накопившегося у автора статьи в период с 2016–018 годы. В течение этого времени мною проводились поисково-разведочные, добычные работы на россыпное золото в пределах лицензированной площади, расположенной на левобережье реки Енисей. Также была изучена литература предыдущих исследователей данной территории. С севера площадь ограничена бассейном рр. Малая и Большая Бобровка, а с юга р. Абейка (Бобровско-Абейская площадь Большемурутинского района, Красноярского края). Полученные результаты позволяют утверждать, что обозначенная своего рода

### СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ

полигонная площадь перспективна для добычи россыпного золота, но также имеет признаки наличия и коренного оруденения. Проведенный анализ литературы по проблеме позволяет утверждать, что обозначенные перспективы можно аппроксимировать и на более широкую площадь, расположенную в зоне сочленения Ангаро-Канского докембрийского выступа (AR-PR<sub>1</sub>) с байкало-салаирско-герцинскими сооружениями северо-западных структур Восточного Саяна, перекрытых плитно-синеклизным чехлом мезозойско-кайнозойских толщ восточной части Чулымо-Енисейской впадины, представляющей юго-восточную часть Западно-Сибирской плиты (ЗСП).

Основные черты геологии и минерагении, предопределяющие потенциальную золотоносность обозначенного района, заключается в следующем. В структурном плане AR-PR<sub>1</sub> Ангаро-Канский горстовый выступ и смежные с ним (западные) складчато-глыбовые байкало-салаиро-герцинские сооружения северо-запада Восточного Саяна, погружающиеся к северу под плитно-синеклизный чехол ЗСП, разделяются Приенисейским линеamentом древнего и глубинного заложения, простирающийся от Таймыра на севере до оз. Байкал на юге. Помимо субмеридионального Приенисейского структурного шва, пережившего за свою историю целый ряд тектоно-магматических активизаций со сменой растяжения сжатием, в районе присутствуют субширотные региональные разломы типа Нижнеангарского, которые расчленяют цокольные структуры районы на мозаику поперечных тектонических блоков с формированием своеобразных структурных узлов.

Ангаро-Канский горстообразный выступ в отношении золотоносности, судя по литературе последних 10-15 лет, считается весьма перспективной структурой [2,4-6,8,9]. Так, в поле развития канской серии архея в 30-40 гг. были открыты и эксплуатировались Богунайское, Кузеевское и Любимовское месторождения золото-сульфидно-кварцевого типа [4]. Интересный тип золотого оруденения, генезис и время проявления которого еще не выяснены, приурочен к кварц-карбонат-слюдистым метасоматитам и скарноидам в мощной и протяженной зоне смятия и дробления переслаивающихся кристаллических сланцев и карбонатных пород позднего протерозоя Енисейского Кряжа [1].

В ходе крупномасштабных геологических съёмок в пределах Ангаро-Канского выступа выявлены месторождения золота россыпного и жильного типов, объединенных в Богунайский, Кузеевский и Посольненский рудные узлы. Характерно при этом то, что все эти рудные узлы размещаются среди метаморфитов канской и енисейской серий и пространственно контролируются Приенисейским разломом [2,4]. Поставщиками золота в земную кору могли быть основные и ультраосновные магмы зеленокаменных поясов Ангаро-Канского выступа, отмечаемые в виде субвулканических и покровных фаций в связи с каждой из трех выделяемых здесь докембрийских метаморфических серий. В дальнейшем перераспределении золота могли участвовать диориты и плагиограниты, выделяемые Б.А. Дьячковым и др. [3] в золото-плагиогранитный петрохимический тип формаций. По данным (Заблоцкий и др., 2002), в пределах Ангаро-Канского выступа, можно ожидать широкую гамму генетических типов месторождений золота от золото-кварцевой до золото-сульфидной формаций и от серии мелких кварцевых жил до штокверков и колчеданных золотоносных стратиформных залежей. На современной стадии изученности выступа в пределах золоторудных узлов выявлены пока только малосульфидные золото-кварцевые жилы и их серии, а также одиночные их минерализованные зоны и штокверки, над которыми располагаются фрагменты остаточных кор выветривания линейного типа [4].

В пределах выступа пока не установлены зоны золото-сульфидной минерализации и золото-колчеданные залежи в базальтах и ультрабазитах, обычно характерные для вулканогенных структур зеленокаменных поясов докембрия. Однако ряд поисковых признаков, выявленных в последние годы в пределах Ангаро-Канского выступа, предполагает наличие здесь крупных жильных и штокверковых месторождений золота, как и в развитых по ним корах выветривания. Следует учитывать также дополнительную поставку в верхние этажи коры благородного металла в ходе интенсивных тектоно-магматических активизаций девона и триаса.

Что касается россыпного золота, то по результатам проведенных поисково-разведочных и добычных работ на Бобровско-Абейской площади можно утверждать следующее. После масштабных тектоно-магматических активизаций в девоне и триасе, в юре в Западно-Сибирском регионе и его обрамлении наступил субплатформенный режим, в ходе которого шло формирование крупнейшего внутриконтинентального морского бассейна. Лишь в начале ранней юры здесь зафиксированы значимые приразломные тектонические подвижки с формированием слабо золотоносных базальных конгломератов юго-восточной части Западно-Сибирской плиты. К концу юры в регионе завершилось формирование крупного морского бассейна с проливами в Арктику, двумя проливами на сторону Сибирской платформы через Хатангинский прогиб и Рыбинскую впадину. Два пролива на юге соединяли это море с Тетисом -2 Центрально-Азиатского пояса (Тургайский и Иртышский). В течение всего мела и большей части палеогена Западно - Сибирский морской бассейн заполнился продуктами размыва мощных кор выветривания, развитых по складчато-глыбовым структурам его обрамления, особенно активно формировавшихся в складчатом байкало-салаирском поясе востока и юго-востока обрамления ЗСП. В ходе этих процессов были эродированы крупные массы археид, байкалид, салаирид и герцинид обрамления морского бассейна с соответствующим накоплением россыпного золота в остаточных корах выветривания.

Следующая и завершающая последняя тектоническая активизация складчато-глыбового обрамления ЗСП произошла в конце палеогена-неогена в связи с заложением и развитием кайнозойской Байкальской рифтовой системы. Формирование неогенового рельефа вызвало возобновление размыва остаточных кор выветривания и обусловило новый этап формирования золотоносных россыпей.

В пределах золотоносной Бобровско-Абейской площади этому времени соответствует формирование кирнаевской свиты (N kr) нижнего миоцена. При проведении ГДП-200 [5] данные образования включены в нерасчлененные миоцен-эоплейстоценовые образования (N<sub>1-2</sub> Кп-Екс), с выделением чокчовской свиты, перекрывающей кирнаевскую свиту. На отмеченной выше площади отложения кирнаевской свиты занимают около 80 %. Они трансгрессивно залегают на разновозрастных докембрийских образованиях Ангаро-Канского горста, байкало-салаирских толщах Восточного Саяна и Хакасского массива, а также перекрывают юрско-меловые толщи

чехла ЗСП. Фрагментарно они сохранились на водоразделах рек, а также в тектонических депрессиях. Отложения представлены в основном галечниками с резким преобладанием галек кварца (до 70...80 %), эффузивов (20...30 %), кварцитов, гравелитов. Для пород характерна желтая, оранжево-желтая, реже серовато-желтая окраска. В местах, где свита залегает на древних породах, она подстилается конгломератами с песчаным, песчано-глинистым цементом, пропитанным гидроокислами железа. Характерна сильная выветренность галек эффузивных и метаморфических пород.

Промышленные концентрации россыпного золота связаны с русловыми, реже с террасовыми четвертичными отложениями песчано-гравийно-галечного состава. Границы золотоносных пластов не выражены и определяются опробованием. Мощность песков по руслам варьирует от 0.5 до 1.5 м. Распределение золота неравномерное с концентрациями от первых десятков мг/м<sup>3</sup> до 3 г/м<sup>3</sup>. Золото локализуется в виде выдержанных «пластов», струй, линз, а также рассредоточенных крупных и мелких гнезд, реже локальных тонких линз. Золото мелкое и среднее – от 0.25 до 2.0 мм (90 %). Прделанные разведочные работы на данном участке показали, что больших и уникальных запасов россыпного золота на водотоках нет, но следует подчеркнуть тот факт, что при отработке Бобровской россыпи и прилегающих водотоков в шлихах повсеместно в большей (иногда обильной) или меньшей степени присутствуют рудные минералы: пирит, галенит (до сотен зерен), а также оксиды железа, титана и устойчивые к разрушению минералы метаморфических пород высоких фаций метаморфизма (в основном гранаты). В золотоносном шлихе нередко отмечаются зерна платиноидов (платины, платосмирида), подтвержденные аналитическими исследованиями. Местами в коренных породах отмечаются прожилки и гнезда пиритовых или галенитовых скоплений. Подобный минеральный состав шлихов подтверждает предположения предшественников о наличии в пределах описанной зоны коренного благороднометалльного оруденения нескольких генетических типов.

#### Литература

1. Геологическое строение СССР и закономерности размещения полезных ископаемых. Т. 7. Алтай-Саянский и Забайкало-Верхнеамурский регионы. Кн. 1. Алтай, Саяны, Енисейский кряж. – Л.: Недра, 1988. – 300 с.
2. Геология и перспективы сульфидного Pt-Cu-Ni оруденения Восточной части Алтай-Саянской складчатой области / Сердюк С.С., Кириленко В.А., Ломаева Т.Р., Бабушкин В.Е., Тарасов А.В., Зверев А.И. Красноярск: Изд-во «Город», 2010. – 184 с.
3. Дьячков Б.А., Майоров Н.П., Майоров В.Н. Методы оценки рудоносности гранитных формаций Калба-Нарымского пояса. Рудоносность магматических формаций Сибири. – Новосибирск: Изд-во СНИИГГиМС, 1991. – С. 96–104.
4. Заблочный К.А., Еханин А.Г., Смагин А.Н., Кошкин В.Ф., Парначёв В.П. Проблемы изучения золотоносности Ангаро-Канского выступа Енисейского Кряжа: Материалы Всероссийской конференции «Петрология магматических и метаморфических комплексов». – Вып. № 3. – Т.2. – Томск: Томский Государственный Университет, 2002. – С. 98–101.
5. Калямкин В.М. Новый взгляд на время и условия формирования террас Енисея // «Геология и полезные ископаемые Красноярского края и Хакасии», Красноярск НИИ геологии и минерального сырья, 2000. – Вып. 5. – С. 51–52.
6. Князев В.Н. Геология и условия образования благороднометалльного и медно-никелевого оруденения Канского зеленокаменного пояса (Восточный Саян): дис. к.г.- м.н. - Красноярск, 2004. – 145 с.
7. Корнев Т.Я., Романов А.П., Князев В.Н., Шарифулин С.К. Перспективные медно-никелевые и благороднометалльные формации Канского зеленокаменного пояса / Геология и минеральные ресурсы Центральной Сибири - Красноярск, СНИИГГиМС, Издательство: 2000. – С. 91–98.
8. Поляков Г.В., Толстых Н.Д., Мехоношин А.С., Изох А.Э., Подлинский М.Ю., Орсов Д.А., Колотилина Т.Б. Ультрамафит-мафитовые магматические комплексы ВосточноСибирской докембрийской металлогенической провинции (Южное обрамление Сибирского кратона): возраст, особенности состава, происхождения и рудоносности // Геология и геофизика, 2013. – Т. 54 (11). – С. 1689–1704.
9. Чернышов А.И., Юричев А.Н. Петрология и потенциальная рудоносность мафит-ультрамафитовых массивов талажинского и кулибинского комплексов Восточного Саяна - Томск: ЦНТИ, 2012. – 132 с.

## ПРОМЫШЛЕННОЕ ОСВОЕНИЕ ЛЕЛЬЧИЦКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КРАСНО-КОРИЧНЕВОГО ГРАНИТА И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

К.В. Куприянюк

Научный руководитель доцент Т.А. Жидкова

*Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь*

Устойчивое развитие экономики любой страны основано на рациональном и сбалансированном использовании и воспроизводстве минерально-сырьевых ресурсов, которые являются основой как материального производства в частности, так и национальной безопасности государств, в целом.

В современных экономических условиях наращивание промышленного производства подразумевает увеличение потребностей в минеральных ресурсах как местного производства, так и импортных. Однако высокая степень зависимости важнейших отраслей промышленности от импорта сырья негативно влияет на сальдо торгового баланса и общее состояние экономики стран-импортеров. Поэтому в Республике Беларусь разработана Стратегия развития геологической отрасли и интенсификации освоения минерально-сырьевой базы Республики Беларусь до 2025 года, ориентированная на наращивание использования местных сырьевых и топливных ресурсов и постепенное вытеснение импортных сырьевых материалов.

Геологическая разведка природных ресурсов, планомерно проводимая в республике со второй половины прошлого века, опровергает ранее существовавшее представление о Беларуси как стране бедной минерально-сырьевыми

### СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ

ресурсами. Благодаря работе многочисленных геологических экспедиций доказано, что Беларусь имеет довольно мощную минерально-сырьевую базу. В стране выявлено и разведано около 5 тысяч месторождений, представляющих почти 30 видов минерального сырья. Основными полезными ископаемыми, добыча которых оказывает определяющее влияние на экономику страны, являются калийные и каменные соли, нефть, торф, подземные пресные и минеральные воды.

Немаловажное значение в геологической отрасли занимает добыча строительных материалов, сырье которых используется в натуральном виде или после соответствующей технологической переработки. В республике имеются большие запасы строительного камня, меловых и мергелистых пород, суглинков и глин, песков и гравийно-песчаных пород, и других. Данное сырье является минерально-сырьевой базой для производства цемента, извести, керамических и силикатных штучных и крупноразмерных стеновых изделий, стекла, облицовочных и кровельных изделий, легких пористых заполнителей, а также щебня, гравия и песка для бетона и железобетонных изделий и дорожного строительства. Значительная часть разведанных месторождений строительных материалов разрабатывается 15 добывающими компаниями, а остальные являются резервными базами горнодобывающих предприятий.

В количественном выражении, в состав сырьевой базы для производства строительных материалов входят 181 месторождение строительных песков с общими запасами более 570 млн. м<sup>3</sup>, 201 месторождение песчано-гравийного материала (около 730 млн. м<sup>3</sup>), 3 месторождения строительного камня (около 580 млн. м<sup>3</sup>), 6 месторождений тугоплавких глин (более 50 млн. т), 218 месторождений глинистых пород и песка, используемых для производства грубой керамики (около 250 млн. м<sup>3</sup>).

Для определения степени готовности месторождений строительных материалов к использованию они разделяются по следующим критериям:

– месторождения с достоверно разведанными запасами сырья, которые технически возможно и экономически целесообразно разрабатывать в настоящее время;

– месторождения, которые к настоящему времени не подготовлены к промышленному освоению, а степень их изученности к настоящему времени не позволяет проектировать их освоение. Следствием недостаточно полной разведочной базы является необходимость проведения дополнительных геологоразведочных работ и разработки новых технологических способов добычи, а также комплексной переработки сырья;

– перспективные площади, по которым существуют научно обоснованные предпосылки возможности выявления среди них промышленных типов минерального сырья после проведения дополнительных геологоразведочных работ.

Следует отметить, что месторождения строительных материалов встречаются практически во всех районах Беларуси и разведанные практически полностью удовлетворяют внутренние потребности страны.

Важной составляющей минерально-сырьевой базы республики является добыча строительного камня, месторождения которого с промышленными запасами 596,7 млн. м<sup>3</sup> разведаны в Брестской и Гомельской областях.

В Брестской области запасами строительного и облицовочного камня известен Лунинецкий район. Сырьем для строительного и облицовочного камня служат архейско-нижнепротерозойские магматические породы кристаллического фундамента Беларуси. Основное количество изученных месторождений расположено в пределах Микашевичско-Житковичского выступа. Самыми известными из них являются месторождения «Микашевичи», «Ситницкое», «Синкевичи».

В Гомельской области разработка месторождения строительного камня идет в Лельчицком районе на месторождении «Крестьянская Нива». Месторождение находится в 0,5 км южнее деревни Глушкевичи. Извлекаемым полезным ископаемым являются кристаллические породы, представленные мигматитами гранитного и гранодиоритового состава, в меньшей мере, мигматитами диоритового состава и амфиболитами. Промышленные запасы оцениваются в 67,8 млн.м<sup>3</sup>, предварительно оцененные – 206,3 млн.м<sup>3</sup>.

На основе Лельчицкого месторождения работают частное производственно-торговое унитарное предприятие «В.П. Бутковский» и щебеночный завод «Глушкевичи».

В структуру частного производственно-торгового унитарного предприятия «В.П. Бутковский» входят 15 цехов и структурных подразделений. Данной промышленной организацией ежемесячно перерабатывается в среднем 55 м<sup>3</sup> различных видов гранита, из которых производится около 100 наименований товаров, включающих бордюрный камень, брусчатку, плитку, декоративные заборы и другие. Существенный объем облицовочного камня использовалась для художественного оформления станций Минского метрополитена, а также Национального аэропорта Минск. Важно отметить, что данное предприятие является в настоящее время одним из градообразующих. 100 %.

Щебеночный завод «Глушкевичи» действует с 1975 года и занимается добычей и обогащением, включающим дробление и сортировку строительного камня Лельчицкого месторождения. Это позволяет обеспечивать потребность в строительном и облицовочном камне организации Гомельской области и других регионов Республики Беларусь. В настоящее время щебеночный завод производит щебень всех фракций, к которым относятся гравийно-песчаные-щебеночные смеси, отсеб, брусчатый и бутовый камень. Расширенное производство дает возможность использовать производимый материал не только в дорожном строительстве, но и обеспечивать специфическими фракциями наиболее требовательных заказчиков. Так же, как и производственно-торговое унитарное предприятие «В.П. Бутковский», щебеночный завод «Глушкевичи» является градообразующим.

Кроме месторождения «Крестьянская Нива» в Лельчицком районе находится единственное в Беларуси месторождение монолитного гранитного камня (карьер «Надежда»), который в настоящее время затоплен водой. Характерной чертой карьера «Надежда» является добыча гранита красно-коричневого цвета. Известно, что данная порода характеризуется уникальными свойствами. Высокая прочность, механическая износостойкость, влаго- и морозоустойчивость способствуют долгосрочной эксплуатации объектов строительства, а декоративные качества, включающие естественный природный вид, позволяют архитекторам и дизайнерам создавать неповторимый облик зданий и сооружениям. Сами по себе декоративные особенности гранита зависят от окраски полевых шпатов и кварца, что позволяет встречать этот строительный камень в природе в оттенках от белых до черных цветов, а также от светло-розовых до темно-красных. Уникальность месторождения заключается в том, что гранит именно такого цвета ценится во

всем мире вдвое дороже обычного серого. Кроме того, аналог такого гранита добывается только в таких африканских странах, как Сомали, Намибия и Эфиопия, что позволяет говорить об исключительности данного месторождения для республики.

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 4 апреля 2011 г. № 431 утверждена Программа освоения месторождений полезных ископаемых и развития минерально-сырьевой базы Республики Беларусь на период до 2020 года. Данной программой установлен перечень месторождений полезных ископаемых, планируемых к разработке в республике, в том числе и по Лельчицкому региону.

На основании указанной программы в настоящее время, заместителем Премьер-министра республики А.Н. Калининым перед руководством отрасли поставлен вопрос о целесообразности возобновления работ по добыче красно-коричневого гранита на карьере «Надежда». На итоговом совещании в филиале щебеночного завода «Глушковичи» УП «Гомельоблдорстрой» (конец 2017 г.) вице-премьер отметил, что по оценке геологоразведывательных экспедиций, запасы строительного камня в районе значительны и если эксплуатация месторождений будет проводиться темпами, характерными для настоящего времени, то запасов сырья хватит еще на 400 лет. Поэтому рентабельность этого производства очевидна как в средней, так и в долгосрочной перспективе.

Перед руководством района и профильных предприятий были поставлены следующие цели и задачи:

- учитывая имеющиеся в районе запасы строительного и облицовочного камня необходимо обеспечить максимальное использование данного вида сырья и продукции его переработки в различных отраслях экономики;
- месторождение облицовочного камня в карьере «Надежда» является единственным в Беларуси и с учетом востребованности данной продукции необходимо в сжатые сроки определиться с источниками финансирования для развития добычи и переработки;
- особое внимание уделить экономическому обоснованию инвестпроекта, вопросам формирования себестоимости продукции, которая должна быть конкурентоспособной как на внутреннем, так и внешних рынках.

Кроме того, А.Н. Калинин поручил Гомельскому облисполкому, НАН Беларуси, Минстройархитектуры, Минприроды и Госстандарту в кратчайшие сроки доработать экономическое обоснование реализации инвестпроекта и представить в правительство для рассмотрения и подготовки предложений для направления главе государства.

Как следствие, в настоящее время оперативно разрабатывается документация, проводятся работы по закупке оборудования и обучению персонала для того, чтобы с 1 июля 2018 года обеспечить добычу и переработку природного камня на месторождении «Надежда». Специалисты и эксперты отмечают уникальность белорусского природного камня и необходимость скорейшей расконсервации карьера «Надежда», создания на предприятии собственного перерабатывающего производства, способного реализовывать продукцию внутри страны и за рубежом.

Как отмечено выше, мероприятия по добыче строительного и облицовочного камня в Лельчицком районе будут реализованы в ближайшем будущем. Что касается переработки добываемого полезного ископаемого, то на территории месторождения «Глушковичи» в настоящее время в рамках инвестиционного договора уже реализуется проект «Строительство щебеночного завода мощностью 0,8 млн. тонн в год инертных материалов в Лельчицком районе» (общая стоимость проекта 6 млн. долларов США, срок реализации 2013-2019г.г.). Кроме того, в мае 2016 года заключен инвестиционный договор с ЗАО «Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с «Опытным производством» под реализацию проекта «Строительство щебеночного завода вблизи аг. Глушковичи Лельчицкого района и подъездной дороги к нему». Срок реализации данного проекта до 30 июня 2020 года. Объем инвестиций 7,8 млн. денонмированных белорусских рублей.

Таким образом, резюмируя вышесказанное, можно отметить, что в Беларуси не допущен развал строительной отрасли. Перспективные планы и прогнозы включают разработку экологически безопасных и экономически эффективных технологий добычи, переработки и использования минерального сырья, повышения коэффициента извлечения полезных ископаемых на эксплуатируемых месторождениях.

## **ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ КАМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОБЛИЦОВКИ СТАНЦИЙ МИНСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА**

**К.В. Куприянюк**

Научный руководитель доцент Т.А. Жидкова

**Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь**

С ростом численности населения Минска и формированием крупных пассажиропотоков возникает необходимость в их оптимизации в структуре транспортной системы столицы Республики Беларусь. Таким оптимизатором выступает метрополитен.

Свою историю в Минске метро ведет с 1984 года и развивается по сей день. К проекту развития столицы, разработанному минскими градостроителями была приложена «Комплексная транспортная схема г.Минска», частью которой является «Генеральная схема развития метрополитена». Для того, чтобы наглядно представлять себе территориальное распространение строящихся в настоящее время и проектируемых линий метро, а также расположение строящихся и проектируемых станций в свободный доступ пользователям глобальной сети Интернет предоставлена «Проектная схема поэтапного развития линий метрополитена», размещенная на официальном сайте Минского Метрополитена (рис.).

В перспективе Минский метрополитен будет состоять из четырех линий общей протяженностью 84,4 км и насчитывать 63 станции. В настоящее время длина линий 37,3 км и количество станций равно 29 станций (по состоянию на конец 2017 года).

### СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ

Эксплуатация павильонов, перронов, лестниц метрополитена сопряжена с большими нагрузками, особенно это касается напольного покрытия. Природные каменные материалы обладают теми свойствами прочности, износостойкости, которые способны выдержать такие нагрузки. Поэтому в задачи геологии при строительстве метро входит не только обеспечение устойчивости комплекса подземных сооружений, но и добыча природных материалов для обеспечения строительства подобного типа материалом, отвечающим требованиям эксплуатации.

При строительстве первой линии метро (открытой в 1984 году), в частности при декорировании станций метрополитена, специалистами были задействованы натуральные мрамор и гранит. Данные материалы искусно вплетены в «панно» стен, мозаику полов, использованы в обрамлении колонн.

При строительстве второй линии (открыта в 1990 году) также использованы натуральные облицовочные материалы, однако в поиске новых средств оформления подземных помещений проектировщики зачастую прибегали к имитациям или заменителям природного камня. Наиболее часто встречается комбинирование искусственных и натуральных материалов в декоре на станциях 5-го участка минского метрополитена – «Спортивная», «Кунцевщина» и «Каменная Горка».

Спортивная (рис.). Станция оформлена в белых, голубых, синих и серых оттенках. Основной декоративный элемент – натуральный камень: гранит, мрамор, лабрадорит. Ими облицованы путевые стены, колонны, пол. Отличительной чертой декорирования этой станции является тот факт, что доминирующим облицовочным материалом здесь выступает белый мрамор «Волокос». Этот материал обладает повышенной плотностью и блестящей поверхностью, хорошо эксплуатируется и не вбирает в себя пыль в сравнении, например, с реализованным в интерьерах станций 1-й линии метро уральским мрамором «Коелга».

Кунцевщина – оформлена с помощью гранита разных месторождений: казахского красновато-желтого «Желтау», итальянских цвета охры в крапинку «Ред Амарелло» и красного «Россо Марина». Внимание к себе проектировщиков этот камень привлек не только благодаря своей эстетичности, но и по таким показателям, как истираемость, плотность, водонепроницаемость, цветовая гамма. Данный материал применен в местах, наиболее подверженных риску скольжения, истирания и ударной нагрузки – на перроне станции. В оформлении путевых стен реализован тот же подход, что и на станции «Спортивная», где архитектурно-художественная выразительность достигается с помощью нескольких видов природных материалов: мраморов «Волокос» и «Карназейка», гранита «Россо Марина» и серо-зеленого «Хибинита».

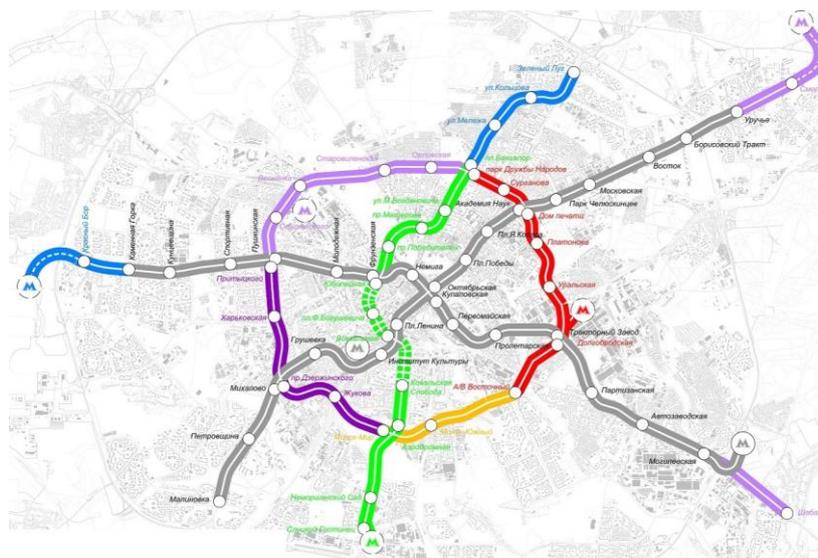


Рис. 1 Проектная схема поэтапного развития линий метрополитена

Каменная Горка. Натуральный камень в облицовке станции также задействован повсеместно: в облицовке путевых стен, колонн, на платформе, а также в кассовом зале и пешеходных переходах. В частности, применены ставшие уже традиционными для новой линии метро две разновидности мрамора: «Волокос» и «Карназейка». Оба камня имеют характерную бело-желтую тональность, которая использована в создании общего ровного, немного строгого, цветового стиля станции. Пол в пешеходных переходах и на платформе станции выложен тремя видами гранита от темно- и светло-серых до красно-коричневых тонов.

Проведенный анализ использования природного камня при облицовке Минского метрополитена позволяет говорить о том, что, к сожалению, Республика Беларусь не располагает достаточной сырьевой базой облицовочного камня. В настоящее время идет привлечение валютных запасов страны для приобретения материалов за границей. Основными странами импортерами облицовочного камня для нашей республики являются Россия, Казахстан, Греция, Финляндия, Норвегия.

Однако следует отметить, что в Брестской и Гомельской областях страны разведаны крупнейшие месторождения данного полезного ископаемого, промышленные запасы которого оцениваются в 596,7 млн м<sup>3</sup>.

В Брестской области запасами строительного и облицовочного камня известен Лунинецкий район. Сырьем для строительного и облицовочного камня служат архейско-нижнепротерозойские магматические породы кристаллического фундамента Беларуси. Основное количество изученных месторождений расположено в пределах

Микашевичско-Житковичского выступа. Самыми известными из них являются месторождения «Микашевичи», «Ситницкое», «Синкевичи».

Микашевичское месторождение строительного камня связано с нижнепротерозойскими породами кристаллического фундамента. Здесь добывается гранит, гранодиорит, диорит и их жильные разновидности: диоритовые порфириды, аплиты, пегматы и др. Разрабатывает самое знаменитое РУПП «Гранит», которое выпускает высокопрочные строительные материалы, представленные щебнем различных фракций. Облицовочный камень в списках выпускаемой продукции не значится.

Ситницкое месторождение строительного камня представлено нижнепротерозойскими кристаллическими породами, представленными гранитами, слагающими единый массив; диоритами, образующими ксенолиты различной формы и размера; гранитогнейсами, приуроченными к кровле интрузий и представляющие собой реликтовые тела. На основании лабораторных анализов и полных физико-механических испытаний, проводимых ведущими специалистами отрасли, выявлено, что качество полезного ископаемого обеспечивает получение товарной продукции, отвечающей требованиям государственных стандартов. Однако, применение полезного ископаемого также, как и в случае с месторождением «Микашевичи» – строительный камень (щебень).

В Гомельской области разработка месторождения строительного камня идет в Лельчицком районе на месторождении «Крестьянская Нива». Извлекаемым полезным ископаемым являются кристаллические породы, представленные мигматитами гранитного и гранодиоритового состава, в меньшей мере, мигматитами диоритового состава и амфиболитами. Товарная продукция, получаемая при использовании добываемого полезного ископаемого – строительный щебень.

Единственное в республике месторождение облицовочного камня, представленного красно-коричневым гранитом, располагается в Лельчицком районе Гомельской области (карьер «Надежда»), который в настоящее время не используется. Уникальность месторождения заключается в том, что гранит именно такого цвета ценится во всем мире вдвое дороже обычного серого. Кроме того, аналог такого гранита добывается только в таких африканских странах, как Сомали, Намибия и Эфиопия, что позволяет говорить об исключительности данного месторождения для республики.

На этом основании заместителем Премьер-министра республики А.Н. Калининым перед руководством отрасли поставлен вопрос о целесообразности возобновления работ по добыче красно-коричневого гранита в карьере «Надежда». На итоговом совещании в филиале щебеночного завода «Глушкевичи» УП «Гомельоблдорстрой» (октябрь 2017 г.), вице-премьер отметил, что облицовочный камень является востребованной продукцией на внутреннем и внешнем рынках. На этом основании необходимо в сжатые сроки определиться с источниками финансирования для развития добычи и переработки этого полезного ископаемого, где особое внимание требуется уделить экономическому обоснованию инвестиционного проекта, вопросам формирования себестоимости продукции.

Месторождение планируют расконсервировать в 2018 году и добывать камень в объемах, позволяющих реализовывать сырье на экспорт и, конечно, для нужд облицовки новых станций Минского метрополитена.

## ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И СТРУКТУРНЫЙ КОНТРОЛЬ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ РТУТНО-СУРЬЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЧАУВАЙ (КИРГИЗИЯ)

В.П. Мокрушников

Научный руководитель старший научный сотрудник А.С. Гибшер

*Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск, Россия*

В результате проведенных исследований на территории ртутно-сурьяного месторождения Чаувай (Киргизия) были получены новые данные по геологическому строению и условиям локализации золотого оруденения. Были построены новые детальные геологические карты для отдельных участков рудного поля Чаувай, а также получены и обработаны новые данные бурения.

Ртутно-сурьяное месторождение Чаувай входит в состав одной из центральных рудных кулис Южно-Ферганского сурьяно-ртутного пояса Средней Азии и вместе с рядом других ртутно-сурьяных месторождений (Кадамжай, Хайдаркан) образует крупный рудный узел. Оно расположено в северных отрогах Алайского хребта и вытянуто вдоль хребта Боорды-Каурзан примерно на 12 км. Южно-Ферганский сурьяно-ртутный пояс принято связывать с зоной Северо-Катранского регионального глубинного разлома субширотного простирания (залегающего между южной окраиной Ферганской котловины и подножия Алайского и Туркестанского хребтов).

Чаувайское рудное поле находится в восточной части Акташ-Боординской рудной кулисы, на южном крыле Каузанского антиклинория и осложнено разрывными нарушениями с-в простирания и складчатостью более низкого порядка вблизи которых отмечена повышенная сульфидная минерализация. Рудное поле включает в себя ряд месторождений и рудопроявлений (Туюксай, Зор-Данге, Толубай-Кыштау, Токунсай, Сарт-Истаган, Джидасай, Кош-Ункур, Чильтан, Чатмазар, Дувана-Гаш), локализующихся на границе известняков пыркафской свиты среднего карбона и осадочно-терригенными отложениями толубайской свиты среднего карбона. [1, 2]

Отложения пыркафской свиты (средний карбон) представлены, в основном, фузулиновыми и глинистыми известняками. В кровле свиты отмечается наличие метасоматических изменений известняков Алайского разреза, выраженных джаспероидизацией (окварцеванием) и наличием ртутно-сурьяной минерализации, выраженной в виде прожилков и гнезд антимонита и киновари. Толубайская свита (средний карбон) сложена переслаивающимися песчаниками, гравелитами, углеродистыми сланцами алевролитов и аргиллитов, известняками. Установлено, что верхняя часть разреза представлена в основном пачками темно-серых алевролитов и аргиллитов с тонкими

**СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ**

---

прослоями серых песчаников (до 20 см.). В средней части разреза появляются внутриформационные глинистые известняки (мощностью до 2...3 м.), а грубозернистые отложения (песчаники с постепенным переходом в гравелиты) преобладают над тонкозернистыми отложениями (углистые, серые до темно-серых алевролитов и аргиллиты). Нижняя часть разреза характеризуется увеличением мощности песчаников (до 1м.), которые переслаиваются с, преимущественно, черными, углеродистыми сланцами алевролитов и аргиллитов. Подошва разреза чаще всего представлена окремнённой тектонической брекчий. Отложения Каузанской толщи (нижний девон – средний карбон) представлены блоками массивных серых известняков, залегающими, с тектоническим контактом, на отложениях толубайской свиты.

Осадочно-терригенный разрез толубайской свиты осложнён многочисленными разрывными нарушениями сбросово-сдвиговой кинематики, с чем связывается наличие не выдержанных по простиранию прослоев брекчий сложенных обломками песчаников и алевролитов с карбонатным матриксом и разнонаправленными прожилками кальцита. Широкое распространение окремнённых брекчий в основании разреза толубайской свиты, интенсивное брекчирование и расланцевание джаспероидов и известняков пьркафской свиты, позволяют сказать, что контакт между этими двумя толщами чаще всего тектонический (однако отмечается наличие локальных участков с согласным залеганием).

В ходе проведенных исследований было установлено наличие сульфидной минерализации в отложениях толубайской свиты. Она представлена главным образом пиритом, реже халькопиритом, марказитом, реальгаром, аурипигментом, киноварью, антимонитом и единичными зёрнами арсенипирита. Характер минерализации может быть, как послойным, так и рассеянным. Мышьяковая минерализация (реальгар и аурипигмент) чаще всего встречаются в брекчиях приконтактной зоны. Опробование кернового материала и образцов с поверхности показали наличие промышленных содержаний золота. Так основное промышленное золотое оруденение сконцентрировано в основании осадочно-терригенного разреза толубайской свиты, представленного брекчированными и расланцованными породами приконтактной зоны. Локально повышенные содержания золота отмечаются и в других частях разреза (локальные зоны брекчирования), чаще всего связанных с разрывными нарушениями более мелких порядков. Отмечается наличие послойной сульфидной минерализации в слоистых декарбонитизированных и окремнённых пачках переслаивающихся серых песчаников и углеродистых сланцев. Некоторые данные по опробованию свидетельствуют о незначительном содержании золота в приконтактных джаспероидах пьркафской свиты и в основаниях блоков массивных известняков Каузанской толщи.

В заключение можно сказать, что золотое оруденение в пределах ртутно-сурьмяного месторождения Чаувай локализуется преимущественно в приконтактной зоне в нижней части разреза толубайской свиты. Главной рудоконтролирующей структурой в пределах изучаемого месторождения является региональное разрывное нарушение со сбросо-надвиговой кинематикой. Так же промышленные концентрации золота установлены и в других частях разреза толубайской свиты и связаны чаще всего с разрывными нарушениями сбросово-сдвиговой кинематики более низкого порядка.

**Литература**

1. Ваулин О.В. Структурно-вещественные комплексы Туркестано-Алая. Геодинамика. Геохимия. Металлогения. Рудоносность. – Бишкек: РОКИЗОЛ, 2016. – 281 с.
2. Федорчук В.П. Геология Сурьмы. – М.: Недра, 1985. – 267 с.

**РОЛЬ ОПОРНЫХ ТОЧЕК РАЗВЕДОЧНОЙ СЕТИ И ДОСТОВЕРНОСТЬ ОЦЕНКИ СВОЙСТВ  
И КАЧЕСТВА УГЛЕЙ ПЛАСТОВ**

**К.В. Охотников**

Научный руководитель доцент В.П. Иванов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Актуальность: Рассмотрено назначение опорных точек в методических документах, их роль и значимость при изучении свойств и качества углей на различных стадиях геологического изучения месторождений, представлены результаты их применения на действующих участках разработки угленосных пластов.

Увеличивающийся спрос на достоверную геологическую информацию о свойствах и качестве углей в недрах связан с рядом факторов технологического и экономического характера. К их числу можно отнести: совершенствование технологий обогащения углей и поиск новых направлений их использования, например, использования угля как заменителя кокса, как сырья для получения жидких углеводородов или создания водоугольного топлива. Возрастание требований по эффективному использованию углей и усиление государственного контроля по налогообложению за пользование недрами и правильности учета угля при движении запасов создают предпосылки создания новой методологии классификации углей, оценки их ценности и разработки новой типизации запасов [2].

Достоверность информации геологического объекта, строения угленосных пластов и качественных параметров углей зависит как от массива данных, так и от параметрической широты исследования в точке пластопересечения – опорной точки в разведочной сети. Для установления роли опорных точек геологической информации авторами проведен анализ методической литературы в части изучения распространения марочных границ и назначения опорного бурения для этих целей.

При получении детальной информации о геологическом строении объекта и строении продуктивной толщи применяется опорное бурение и опорные профили (опорные разведочные линии). Но для детального изучения качественных и технологических характеристик углей, а также марочных границ указаний по их применению в методических документах нет. Поэтому, при составлении геологического проекта на разведку не предусматривается выделение разведочных линий как опорных линий для системного распределения на них представительного опробования и комплекса анализов ГОСТ 25443 по скважинам и горным выработкам. Такой подход позволяет провести наблюдения изменения марки по пласту, а также выделить в ней технологическую группу, что, в итоге, определить сортность угля и его технологическую ценность.

Кроме этого, систематизация результатов параметров классифицирования углей по маркам позволяет проследить характер закономерного изменения данных показателей и по возможности рассчитать их зависимость и взаимосвязь между собой; провести палеофациальную реконструкцию угленосной толщи и создать каркас технологической модели распределения марок и технологических групп, а также определить наиболее приемлемые кондиции, как по количеству, так и по качеству [1].

Выбирая целесообразность размещения скважин, также следует учитывать результаты опробования и представительности проб предшествующей стадии геологического изучения. Очень часто при заложении равномерности опробования не принимаются во внимание пробы, в которых не представлены генетические параметры угля, соответственно эти параметры не равномерно распространены по площади участка и по пластам, а это снижает правильность интерпретации направления изменчивости угольного вещества, приводит к отсутствию понимания образования переходных разностей в углях и к двоякому толкованию и представлению марочного состава угленосной толщи. Поэтому, при обнаружении таких пробелов уместно применять опорные скважины или кусты скважин, по которым достоверно была бы оценена марка и технологическая группа, а также взята проба для технологических испытаний коксующих свойств угля.

Однако данные нормы не регламентируются в Методических рекомендациях ГКЗ, а также отсутствует единая методика на построение марочных границ при интерпретации результатов геологоразведочных работ, что и приводит к таким большим расхождения между данными разведки и доразведки.

Эти мероприятия предусматриваются в методических рекомендациях по Кузбассу [4] и дословно: «Метаморфизм должен быть оценен относительно региональных геологических структур с применением палеофациальной реконструкции. Следует учитывать расположение проб относительно линий равного метаморфизма, а также относительно петрографического состава». Также в них [4] рекомендуется «для всех стадий разведки» учитывать «количество выполненных в предыдущей стадии анализов по каждому рабочему пласту, оценивать представительность исследований, изменчивость показателей...». То есть, палеофациальную реконструкцию образования геологических структур и угленосных залежей следует рассматривать как отдельный вид геологического анализа для выявления изменения марочного состава и технологических групп углей пластов.

Примером практического применения опорных точек может послужить перспективный для освоения новый участок Новоказанский 2. При разработке технико-экономического предложения по разведочному участку Новоказанский 2 возникла необходимость в понимании способности замены углей выбывшего по причине доработки участка углями нового участка без существенного изменения ресурсной базы углей предприятия по качеству. Анализ результатов предыдущей разведки (1973 г) не давал гарантий достоверности. Руководством предприятия было принято решение о бурении первоочередных скважин на участке наиболее ценных углей для уточнения качественных показателей. Скважины закладывались на существующих разведочных линиях (рис. 1).

Поскольку выделенная в отчете марка ГЖО характеризуется различным технологическим применением и, соответственно, ценой, то граничной величиной для разделения угольных запасов был принят пластический слой ( $\gamma$ ) на уровне 11 мм. На этом основании после проведенной доразведки было уточнено положение границ марок и границы углей с пониженной ( $< 11$  мм) и повышенной ( $> 11$  мм) спекающей способностью в марке ГЖО. По сути, угли разделены на сорта, что позволило определить контур первоочередной отработки, а в результате значительно снижены риски неподтверждения качества углей и экономически обоснована перспектива начальной стадии отработки участка.

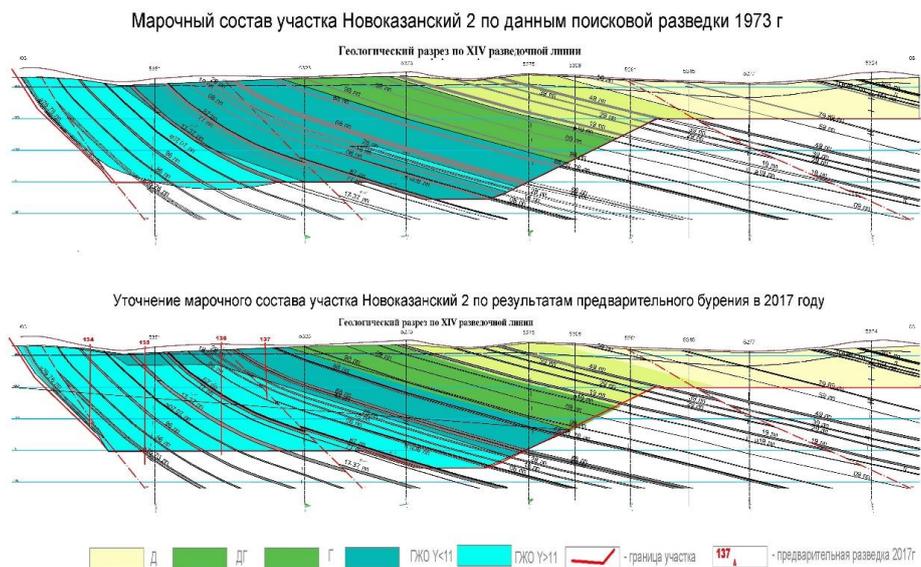


Рис. 1 Схематический профиль изменения марочного состава после проведения опережающего бурения. Источник: ТЭП участок Новоказанский 2

**СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ**

---

Итак, скважины с представительным опробованием и исследованием проб углей пластов на классификационные показатели для установления марки и технологической группы в местах пластопересечений позволяют в разведочной сети создать отдельный каркас из замеренных данных, которые являются опорными точками с установленной доказанной результативностью.

Это возможно только при изменении типизации запасов, о чём подробно изложено в статье [2]. В этом случае предложенный метод опорных точек для выделения марочных блоков и границ технологических групп углей позволяет реализовать важную цель начала освоения участка – определить экономически оправданную стратегию развития карьерного поля с использованием всего потенциала имеющихся запасов по качеству полезного ископаемого.

Данный подход направлен на исключение формализма при определении марок углей оцениваемых участков и обеспечивает получение более точных данных перспективы ресурсной базы участка и степени разведанности по количеству и качеству углей, а значит обеспечить более полную достоверность об объекте и полезном ископаемом.

Автор рекомендует применять данную методику для контроля и повышения достоверности запасов, что расширяет набор традиционных методов доразведки, которые не всегда оправдывают затраченные на них значительные капиталовложения.

**Литература**

1. Иванов В.П. Охотников К.В. Особенности выделения технологических групп в марках при подсчёте запасов углей. / Разведка и охрана недр. – 2017. – № 6. – С. 42–48.
2. Иванов В.П. Промышленно–энергетическая классификация углей для типизации запасов / В.П. Иванов // Недропользование XXI век. – 2015. – № 5. – С. 116–123.
3. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твёрдых горючих ископаемых. Угли и горючие сланцы [Электронный ресурс] – Доступ из информ. – правовой системы «Консультант Плюс».
4. Юзвickий А.З. и др. Методика разведки угольных месторождений Кузнецкого бассейна / ред кол: Э.М. Сендерзон – Кемерово: Книжное издательство, 1978. – 235 с.

**ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ГЕОЛОГИИ И ПЕТРОГРАФИИ ПЕРСПЕКТИВНОГО  
МАТЫСКЕНСКОГО ПЛАТИНОНОСНОГО МАССИВА (СЕВЕРО-ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА)**

**Ю.В. Попов**

Научный руководитель доцент О.М. Гринев

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

Вывенский интрузивный комплекс – дунит-клинопироксенит-габбровый, как и подобные ему, имеют сравнительно простой петрографический состав (дуниты, верлиты, клинопироксениты, габбро). Однако при этом не четко определены представления о его тектонической позиции, истории становления и взаимоотношении фаз внедрения. Интрузивные комплексы подобного состава с концентрически-зональным строением (Урало-Аляскинский тип) имеют ограниченное распространение в природе, но при этом являются важным источником рудной платины.

Вывенский комплекс состоит из трех массивов – Эймнэйнского, Матыскенского, Итчайваямского, которые являются позднемиоценовыми – палеоценовыми, при этом каждый объединяет в себе несколько выходов интрузивных пород [1]. Комплекс расположен в северо-восточной части Камчатского края, на границе сочленения двух структурно-формационных зон Олюторской и Корякской. Массив Матыскен расположен во фронтальной части Ватыно-Вывенского надвига. Граница между СФЗ проходит по Вывенскому глубинному разлому. В данном районе проходили геологоразведочные и поисковые работы в период 2016–2017 гг. Собранные в ходе этих сезонов каменный материал положен в основу данной работы, в которых автор принимал участие.

Матыскенский массив имеет в целом изометричную форму выхода тела, площадью около 7 км<sup>2</sup>. А.В. Разумный по материалам геолого-съёмочных работ 1995–2000 г.г. выделил две фазы внедрения массива. Первая слагает концентрически-зональные тела и представлена дунитами, клинопироксенитами, верлитами, габбропегматитами. Вторая – дайками оливинитов, габбродолеритов и др. [1]. В пределах интрузии большая часть контактов являются тектоническими, в связи с чем сложно точно обозначить области развития каждой сформированных зон. Центральную часть массива занимает дунитовое ядро, а периферию верлиты, клинопироксениты, сменяемые на удалении габбропегматитами. В плане зональное строение массива прослеживается фрагментарно.

Выделить доминирующие направления среди обилия мелких дизъюнктивов массива достаточно сложно, но его зональное строение прослеживается уверенно. В целом массив составляют разновеликие блоки прямоугольной формы, различных размеров от нескольких десятков сантиметров до первых метров (рис. 1).

Помимо разнонаправленных разломов, наблюдаются зоны серпентинитового меланжа, трассирующие контакты пород разных фаз внедрения где породы интенсивно катаклазированны. Вероятнее всего данные зоны являются структуроопределяющими, вдоль которых происходило перемещение блоков пород разного состава со срывом интрузивных контактов. Подтверждением является резкая смена петрографического состава по обе стороны от меланжа, во всех наблюдаемых случаях. Мощность таких зон составляет около 10...15 м. При геологосъёмочных

работах в период с 1995–2000 г.г. для пироксенитов и вмещающих пород этелваямской толщи базальтов были отмечены зоны ороговикования [1].

В его составе массива установлены: дуниты, верлиты, клинопироксениты, гоббропегматиты, дайки и жилы различного состава (оливинитов, габбро, плагиоклазиты и др.).

Дуниты слагают большую часть массива и расположены в центральной его части, на флангах дунитового ядра встречаются блоки верлитов и клинопироксенитов с тектоническими контактами. При описании шлифов было установлено, что существуют отличные по структуре дуниты, порфировидные средне-мелкозернистые и крупнозернистые. Визуально данную особенность можно наблюдать на выветрелых поверхностях пород. Оливин в породе обладает примерно одинаковым идиоморфизмом, поэтому для большинства дунитов отмечена панидиоморфноразнозернистая структура в серпентинизированных разностях – петельчатая. Дуниты слабо изменены, изредка проявляется серпентинизация вдоль небольших трещинок. Акцессорным минералом является тонкорассеянная хромшпинель (1...2 %), за редким исключением отмечаются шлиры хромшпинели до 30 см.



*Рис. 1 Центральная часть массива Матыскен (дунитовое ядро).  
Отбор литохимических проб*

Между верлитами и клинопироксенитами наблюдаются различные переходные разности, где варьирует соотношение диопсида и оливина. Структура пород изменяется от среднезернистой до гигантозернистой. Последняя наиболее характерна для клинопироксенитов. По взаимоотношению зерен можно отметить две главные структуры гипидиоморфнозернистую и пойкилитовую. Зерна оливина встречаются как идиоморфные так и гипидиоморфные, клинопироксену присущи последние. В некоторых случаях отмечается включения магнетита (до 4 %) и хромшпинелида (до 1 %). Вторичные изменения отсутствуют, либо слабо проявлены в виде серпентина и хлорита.

Габбропегматиты и габбро встречались в виде небольших по мощности даек, наблюдаемые тела имеют мощность от первых сантиметров до нескольких дециметров. Тела тяготеют преимущественно к периферийным частям дунитового ядра. В составе породы отмечаются: плагиоклаз, амфибол и клинопироксен. В южной части массива встречены габбро с полосчатой структурой текстурой, природа которой не совсем понятна (рис. 2).



*Рис. 2 Полосчатые габбро*

Корякско-Камчатский платиноносный пояс зональных массивов, в пределах Корякско-Камчатского региона образуют пояс, который протягивается в северо-восточном направлении от истоков р. Озерная Камчатка до бухты

**СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ**

---

Наталии на 1400 км при ширине 30...50 км. С данными комплексами тесно связаны месторождения россыпной платины. При проведении геологосъемочных работ 1995–2000 г.г., а также в ходе поисковых работ 2016–2017 г.г., было подтверждено наличие россыпной платины, которая отличается крайне неравномерным распределением и низким содержанием, а также признаки коренного оруденения.

**Литература**

1. Сидоров Е.Г. Платиноносность базит-гипербазитовых комплексов Корякско-Камчатского региона: Автореф. дис. ... д-ра геол.-минер. наук – Петропавловск-Камчатский, 2009. – 46 с.

**ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДОЛГИНСКОЕ**

**В.С. Сабукевич**

Научные руководители доцент О.Г. Быкова, ассистент Н.П. Сенчина  
*Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия*

В последние годы Арктика вступает в новый этап развития, связанный с освоением природных ресурсов шельфового потенциала. Одним из наиболее богатых углеводородами районов арктического шельфа является Печорское море. Здесь за последние 30 лет открыто 7 месторождений углеводородов. Все они отранжированы с точки зрения перспективности начала их разработки. И первым в этом списке значится нефтяное месторождение Долгинское. Однако в ходе его освоения был выявлен ряд проблем, которым требуется найти решение.

Основной проблемой освоения месторождения является неопределенность его нефтяных запасов.

Долгинское месторождение находится в Печорском море в 120 км к югу от архипелага Новая Земля и в 80...110 км к северу от материка, глубина моря в районе месторождения изменяется от 35 до 55 м. Структуры Северо-Долгинская и Южно-Долгинская, осложняющие Долгинский вал, были выявлены сейсморазведочными работами МОВ ОГТ в 1986 году. Они представляют собой приразломные субширотные брахиантиклинальные складки. В ходе проведенного в 1998 году бурения в присводовой части Северо-Долгинской структуры (скважина Северо-Долгинская-1) в нижнепермскокаменноугольных отложениях были обнаружены нефтепроявления. По материалам геофизического исследования скважин (ГИС) также были выделены 4 залежи нефти в верхнепермских отложениях. Однако испытания пластов в скважине проведены не были из-за закрывшегося погодного окна. Месторождение было открыто в ходе бурения в 1999 году в присводовой части Южно-Долгинской структуры (скважина Южно-Долгинская-1). В нижнепермско-каменноугольных карбонатных отложениях была выявлена крупная залежь нефти массивного типа. При испытании пластов дебит нефти составил 168 м<sup>3</sup>/сут, газа – 29 264 м<sup>3</sup>/сут, газовый фактор 174,2 м<sup>3</sup>/т, плотность нефти 0,842 г/см<sup>3</sup>, нефть малосернистая, малопарафинистая, смолистая [3]. По материалам ГИС на Южно-Долгинской структуре также выделялись 4 залежи нефти пластового типа в верхнепермских отложениях, которые в ходе проведения испытания пластов не подтвердились. По результатам бурения скважин Северо-Долинская-1, Южно-Долгинская-1 и проведенной в 2006 году на месторождении 3D-сейсморазведки структуры Северо-Долгинская и Южно-Долгинская объединили в единое месторождение Долгинское [2], которое было поставлено на государственный баланс с запасами 235,8 миллионов тонн нефти.

В соответствии с существующими представлениями Долгинское месторождение в тектоническом отношении принадлежит северной части Тимано-Печорской эпифайкальской плиты, в пределах которой согласно районированию, выполненному по кровле карбонатов «карбона-нижней перми», расположено в пределах Долгинско-Папанинской структурной зоны - элемента 2 порядка Припахойско-Приновоземельского мегапрогиба (перикратона), где приурочено к Долгинской структуре северо-западного простигания, осложняющей присводовую часть Долгинского вала [4]. Структура представляет собой мегабрахиантиклинальную асимметричную складку, в которой выделяются северная и южная брахиантиклинали, находящиеся на расстоянии более 30 км друг от друга. По северному крылу структура оконтуривается единой изогипсой и образует крупную (Долгинскую) ловушку. Размеры ловушки по изогипсе 3500 м составляет от 75 до 92 км в длину и от 2 до 9 км в ширину. Площадь структуры по кровле нижнепермских карбонатов – 595 км<sup>2</sup>. Южный борт структуры ограничен главным Долгинским сбросо-сдвигом запад-юго-западного направления [3]. Условно месторождение делится на северный и южный участки, площади которых соотносятся как 5:1.

Первоначально основные запасы месторождения связывались с верхнепермскими отложениями, извлекаемые запасы которых при постановке месторождения на государственный баланс оценивались в 175,4 миллионов тонн нефти. Эти отложения мощностью 280...350 м несут терригенный характер и залегают на отложениях кунгурского яруса. В их состав входят породы уфимского, казанского и татарского ярусов. По данным ГИС в верхнепермских отложениях были выделены 4 нефтяных пласта (I(P<sub>2</sub>), II(P<sub>2</sub>), III(P<sub>2</sub>), IV(P<sub>2</sub>)) в уфимских и казанских отложениях. На основе данных 2D-сейсморазведки предполагалось конформное залегание верхнепермских отложений на Долгинской структуре без стратиграфического несогласия. Однако при бурении скважины Южно-Долгинская-1 отложения татарского яруса выявлены не были. При изучении данных 3D-сейсморазведки было установлено, что верхнепермские отложения имеют литологические границы с западной и восточной сторон и существенно ограничены по площади. Это привело к пересчету запасов месторождения в сторону их значительного уменьшения [5]. Но на этом неопределенность с верхнепермскими отложениями не закончилась: при испытании пластов в верхнепермских отложениях в ходе бурения скважины Северо-Долгинская-3 в 2014 году притоков углеводородов из них получено не было. Учитывая, что при бурении скважины Южно-

Долгинская-1 из верхнепермских отложений притока углеводородов также получено не было, можно поставить под сомнение наличие запасов углеводородов в верхнепермском комплексе Долгинской структуры.

В настоящее время основные запасы Долгинского месторождения связываются с нижнепермско-каменноугольным карбонатным комплексом, извлекаемые запасы которого при постановке месторождения на государственный баланс оценивались в 60,4 миллионов тонн нефти. Мощность комплекса составляет 450...550 м и уменьшается в восточном направлении. Отложения залегают на ангидритах серпуховского яруса, региональной покрывкой выступает кунгурский экран. Согласно существующей геологической модели месторождения в составе нижнепермско-каменноугольного комплекса выделяются 4 продуктивных пласта: I(P<sub>1</sub>) в отложениях ассельского и сакмарского ярусов нижней перми, II(C<sub>3</sub>) в отложениях гжельского яруса верхнего карбона, III(C<sub>2</sub>) – в отложениях московского яруса среднего карбона, IV(C<sub>1</sub>+C<sub>2</sub>) – в отложениях протвинского горизонта серпуховского яруса нижнего карбона и башкирского яруса среднего карбона. Наилучшим фильтрационно-ёмкостным потенциалом обладает пласт I (P<sub>1</sub>). Он распространен по площади месторождения неравномерно и сложен каркасными и биогермными известняками, накопление которых происходило в условиях мелководного шельфа. Пласты II(C<sub>3</sub>), III(C<sub>2</sub>), IV(C<sub>1</sub>+C<sub>2</sub>) сложены зернистыми и илово-зернистыми известняками, обладают высоким емкостным потенциалом, хорошо выдержаны по площади месторождения и сформировались в условиях низкого стояния уровня моря [5].

До 2014 года на основе имеющихся данных бурения и материалов ГИС предполагалось наличие на месторождении в нижнепермско-каменноугольных отложениях единой протяженной (77 км) залежи нефти. Однако в ходе испытания пластов в нижнепермско-каменноугольных отложениях при бурении в 2014 году на северном участке скважины Северо-Долгинская-3 наличие в них нефтяных запасов подтверждено не было. Из отложений были получены только промышленные притоки газа дебитом 1.5 млн м<sup>3</sup>/сут с высоким содержанием сероводорода до 20 % [1]. Это еще больше снизило запасы месторождения. В 2016 году они оценивались уже только в 125 миллионов тонн нефтяного эквивалента.

Второй проблемой освоения месторождения Долгинское является то, что за почти тридцатилетнюю историю его освоения так и не была создана достоверная геологическая модель месторождения. Основной причиной этого оператор проекта ПАО «Газпром нефть» назвало низкое качество выполненных на месторождении сейсморазведочных работ. В своем письме, направленном в Роснедра в 2015 году по результатам бурения скважины Северо-Долгинская-3, ПАО «Газпром нефть» писало, что «результаты бурения и испытания скважины свидетельствуют о некондиционности действующей геологической модели, необходимости ее корректировки по причине низкого качества выполненных сейсморазведочных работ». Для снятия первоочередных геологических неопределенностей в летний период 2017 года на месторождении повторно была проведена 3D-сейсморазведка. На невозможность создания достоверной геологической модели месторождения также повлияли неудачи бурения. Из 4-х пробуренных на месторождении скважин на 2-х из них – Северо-Долгинской-1 и Северо-Долгинской-2 (2008 г.) программы бурений не были выполнены в полном объеме, в обоих случаях по причине сложившихся неблагоприятных гидрометеорологических условий.

Существующие данные позволяют выделить на территории Долгинской структуры два участка нефтенакпления – в пределах северной и южной брахиантиклинальных складок. В этой связи является целесообразным вернуться к первоначальному предположению о наличии двух нефтяных месторождений: Северо-Долгинского и Южно-Долгинского, открытых в 1998 и 1999 годах [1].

В связи со значительным уменьшением нефтяных запасов месторождения его освоение путем установки двух стационарных платформ гравитационного типа, как это предполагалось первоначально, по экономическим соображениям не представляется возможным. Запасы южного участка, оцененные при постановке месторождения на государственный баланс в 17,8 миллионов тонн нефти, не позволят оправдать строительство и эксплуатацию на нём отдельной стационарной ледостойкой платформы гравитационного типа. Перспективным для освоения продолжает оставаться участок месторождения, локализованный в пределах северной брахиантиклинальной складки, если будет подтверждено наличие на нём извлекаемых запасов нефти, соизмеримых с запасами месторождения Приразломное – порядка 70 миллионов тонн. Но возможно потребуется и больше, так как глубины в районе Долгинского в среднем два раза больше, чем в районе Приразломного.

Выводы.

Несмотря на более чем тридцатилетнюю историю освоения месторождения Долгинское, проведение на нём бурения 4-х скважин и 3D-сейсморазведки, нефтяные запасы месторождения до настоящего времени не определены, достоверная геологическая модель месторождения не создана. Решение этих проблем является первоочередной задачей для освоения месторождения.

Месторождение Долгинское продолжает оставаться перспективным для освоения. Его разработка станет возможна, если в пределах северной брахиантиклинальной складки будет подтверждено наличие извлекаемых запасов нефти порядка 70 миллионов тонн.

#### Литература

1. Богдавленский В.И. Стратегия освоения ресурсов нефти и газа на современных условиях // Труды VI всероссийской морской научно-практической конференции. – Мурманск, 2015. – С. 6–11.
2. Дзюбло А.Д. Геолого-физические исследования и модели природных резервуаров Баренцево-Карского региона с целью наращивания ресурсной базы углеводородов: Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. – М., 2009. – 50 с.
3. Журавлёв В.А., Кораго Е.А., Костин Д.А., Зуйкова О.Н. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Северо-Карско-Баренцевоморская. Лист R – 39,40 –

**СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ**

---

- о. Колгуев – прол. Карские Ворота. Объяснительная записка. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2014. – С. 259–260.
4. Прищепа О.М., Богацкий В.И., Макаревич В.Н., Чумакова О.В., Никонов Н.И., Куранов А.В., Богданов М.М. Новые представления о тектоническом и нефтегазгеологическом районировании Тимано–Печорской нефтегазовой провинции // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – СПб.: Изд-во: Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт, 2011. – т. 6. – № 4. – 34 с.
  5. Таныгин И.А., Заграновская Д.Е., Симаков А.Е., Жуков В.В., Ставицкая В.Н., Дмитрук Д.Н. Уточнение геологического строения Долгинского месторождения // Нефтяное хозяйство. – М., 2014. – № 4. – С. 36–40.

**ФОРМИРОВАНИЕ ЗОЛОТОСУЛЬФИДНОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ПРЕДЕЛАХ  
СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЗОНЫ СМЯТИЯ (ЛЕНИНОГОРСКИЙ РУДНЫЙ РАЙОН)**

**А.С. Семиряков**

Научный руководитель доцент О.М. Гринёв

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

Геологическая интерпретация материалов дешифрирования космоснимков Landsat позволила установить, что основными факторами, определяющими размещение крупных полиметаллических объектов Рудного Алтая, являются главные региональные разрывные структуры – зоны смятия и их узлы пересечения (Северо-Восточная и Центральная зоны смятия с субширотными структурами Северной и Южной зон) [5].

Анализ аэрофотоснимков позволил выявить явную приуроченность полиметаллических рудных объектов Лениногорского района к участкам максимальной тектонической проработки, характеризующихся наличием трех и более узлов пересечения на единицу площади (4 км<sup>2</sup>). К таким участкам относятся: Гусялковский, Светлый, Стрежанский, Зеленковский и др. Их площадь колеблется от 4 км<sup>2</sup> до 30 км<sup>2</sup> и в сумме составляет около 10 % от общей площади северной части Лениногорского района. О приуроченности к ним обозначенного оруденения свидетельствует факт того, что из всех известных здесь рудных объектов 74 % расположены на площади, характеризующейся высокой плотностью узлов пересечения (3 и более), 4 % – на площади с пересечениями двух разломов, и лишь одно рудопроявление – Звездное-II расположено на площади, в пределах которой отсутствуют узлы пересечения разломов данного ранга. При этом промышленные месторождения (Чекмарь, Гусялковское, Юго-Восточное) приурочены к площади, где плотность узлов пересечения составляет 5–7 [4].

Как отмечают Ю.А. Туркин и С.И. Федак, при мелкомасштабных прогнозно-поисковых работах главным фактором должен являться структурно-тектонический контроль золото-полиметаллического оруденения, выражающийся в приуроченности последнего к куполовидным структурам, зонам повышенной тектонической проработки и гидротермально-метасоматических изменений. Литолого-стратиграфический контроль может быть использован только как локальный рудоконтролирующий фактор при прогнозах и поисках рудных тел в пределах рудных полей и узлов с однотипным разрезом отложений. Безусловно, данный фактор должен входить в единый комплекс минерагенического анализа, но не может быть ведущим: рудоносный стратоевровень одного рудного узла или месторождения может быть пустым на смежном объекте и наоборот [6].

Чекмарско-Гусялковское рудное поле, представляющее собой часть Гусялковско-Старковской структурно-формационной подзоны РА, административно расположено на территории подчинения маелихату г. Риддер (под управлением города) Восточно-Казахстанской области (в 46 км к северу от г. Риддер). Рудное поле расположено в участке сочленения региональных разрывных структур трех направлений: северо-западного Пахотинско-Тургусунского разлома (ветвь Северо-Восточной зоны смятия), субширотного Снегирихинско-Гусялковского и субмеридионального Риддер-Чекмарского линеамента.

Месторождение Чекмарь является комплексным колчеданно-золото-полиметаллическим с содержанием золота в руде до 0,2...0,5 г/т. В настоящее время месторождение является резервным с крупными запасами руд, но невысокими содержаниями Pb, Zn и Cu (3,2...5,6 % в сумме). Месторождение вскрыто карьером (рис.) и законсервировано – в данный момент его освоение нерентабельно [1].



*Рис. 1 Общий вид на карьер месторождения Чекмарь. Фото автора*

Современная структура месторождения является результатом деформации Чекмарской вулканокупольной структуры, сложенной кислыми лавами, туфами и гидротермально-осадочными кварцитами. Ее развитие определялось локализацией в пределах Северо-Восточной мобильной зоны и протекало в тектонической обстановке, характерной для данной зоны в целом [2]. Структурно-стратиграфически месторождение Чекмарь приурочено к контакту успенской свиты с флишoidalными образованиями белоубинской свиты среднего – позднего девона [3].

Изучение образцов тектонических брекчий из Северо-Восточной зоны смятия, отобранные на флангах месторождения Чекмарь, позволило установить и изучить в них обильное сульфидное оруденение (в основном пиритовое), которое сопровождало процессы окварцевания брекчиевых зон, и по ряду признаков является основным носителем благороднометалльного оруденения. Имеющиеся данные позволяют утверждать о том, что процесс окварцевания и пиритизации был полистадийным (о чем свидетельствуют несколько генераций выделения пиритовой минерализации), что повышает перспективы оруденения исследуемой структуры.

Таким образом, Северо-Восточная зона смятия является крупным региональным тектоническим швом, обеспечивающим мобилизацию рудного вещества и определяющим характер локализации.

#### Литература

1. Ваулин О.В. Восточно-Казахстанская область. Золото. Справочник / О.В. Ваулин. – Усть-Каменогорск – Бишкек: Рокизол, 2016. – 331 с.
2. Волков А.Б. Геологическая структура и условия образования полиметаллического месторождения Чекмарь: Автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. – М., 1995. – 25 с.
3. Гаськов И.В. Особенности развития колчеданных рудно-магматических систем в осроводужных обстановках Рудного Алтая и Южного Урала // Литосфера. – 2015. – № 2. – С. 17–39.
4. Генетические реконструкции эндогенных рудообразующих систем: Сб. науч. тр. / Отв. редактор А.С. Лапухов. – Новосибирск: Изд. ИГиГ СО АН СССР, 1983. – 143 с.
5. Поцелуев А.А. и др. Дистанционные методы геологических исследований, прогноза и поиска полезных ископаемых (на примере Рудного Алтая) // ГЕО-Сибирь-2006. Недропользование. Новые направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. – 2006. – Т. 5. – С. 53–57.
6. Туркин Ю.А., Федак С.И. Особенности локализации и геодинамическая позиция полиметаллического оруденения Рудного Алтая // Современные проблемы геологии и разведки полезных ископаемых: Матер. научной конф. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – С. 115–119.

### К ПРОБЛЕМЕ ПРОВЕДЕНИЯ ПОИСКОВЫХ РАБОТ НА БЛАГОРОДНЫЕ МЕТАЛЛЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОЯВЛЕНИЯ ОРУДЕНЕНИЯ ДЖУМБИНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (ЗАПАДНО-КАЛБИНСКАЯ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКАЯ ЗОНА)

**А.С. Семиряков, А.Н. Вальков**

Научный руководитель доцент О.М. Гринёв

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

В летний период 2017 года авторы статьи участвовали в полевых работах в пределах Джумбинского рудного поля (Калбинский Алтай) в коллективе геологов Управления геологоразведочных работ Геологоразведочной службы по Восточному Казахстану ТОО «Казцинк». Целью работ являлись геохимические поиски по вторичным ореолам рассеяния, уточнение геологического строения и заверка ранее обнаруженных геофизических и геохимических аномалий.

Джумбинское рудное поле входит в состав Западно-Калбинской металлогенической зоны Зайсанской складчатой системы, которая, помимо Джумбинского, включает еще 17 рудных полей (Бакырчикское, Бoko-Васильевское, Баладжальское, Лайлинское, Кулуджунское и др.). Их расположение указано на рисунке.

Стратиграфические образования данного района по возрасту относятся к позднему девону – раннему карбону. В вещественном отношении стратифицированные подразделения довольно однообразны и включают формации от известково-кремнисто-терригенного состава такырской свиты фамена до существенно-терригенных отложений аркальской свиты виле и серпуховского яруса. Отложения последнего пользуются широким площадным распространением, составляя около 90 % описываемой территории – это грубопачечное переслаивание песчаников и алевролитов в нижней толще и монотонные однообразные полимиктовые и туфогенные песчаники в средней и верхней пачках.

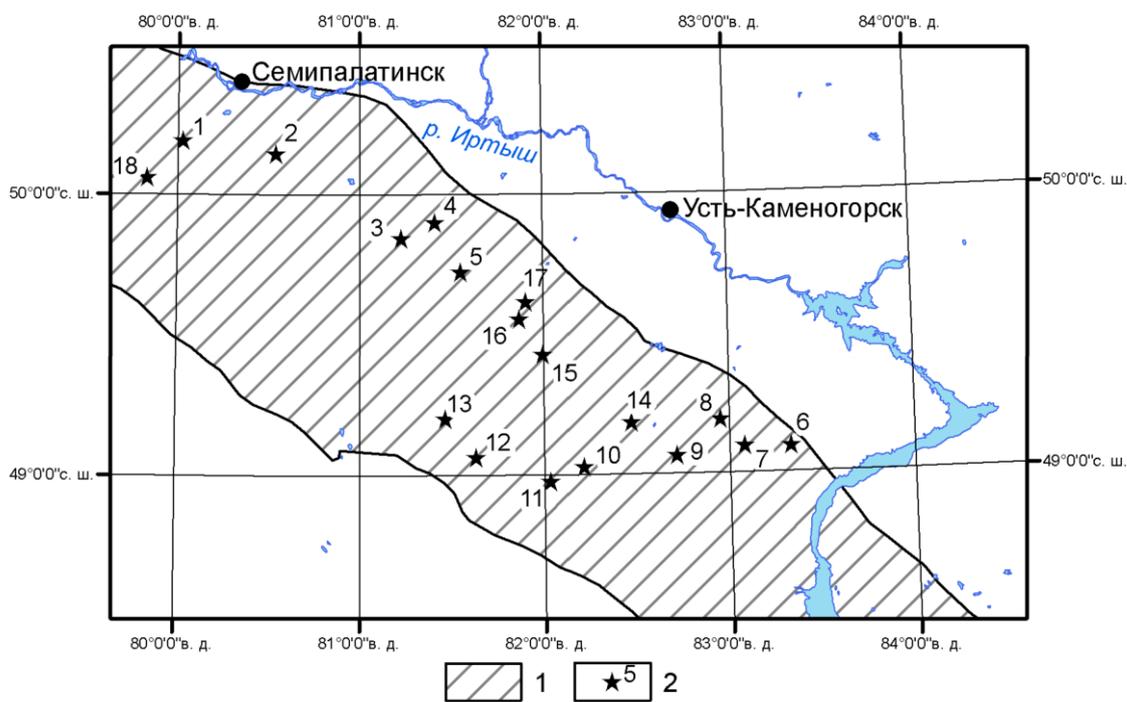
Из магматических образований на участке отмечаются лишь маломощные и непротяженные дайки фельзит-порфиров и микрогранит-порфиров, относящиеся к образованиям кунушского интрузивного комплекса. Эти породы изменены дорудными процессами серицитизации, карбонатизации и окварцеванием. Гранитоиды калбинского комплекса в пределах рудного узла не обнаруживаются и не имеют связи с золотым оруденением [4]. Становление золоторудных кварцевых жил связывают с крупной интрузией умеренно-кислого состава, не вскрытой эрозионным срезом (по данным Р.В. Введенского и др., 1981). Также в составе аркалькских отложений выделяются силлообразные и дайкообразные тела лиственитизированных долеритов и долерит-порфиритов.

В тектоническом отношении в строении Калба-Нарымской структурно-формационной зоны принимают участие три структурных этажа – докембрийский, каледонский и герцинский. Герцинский структурный этаж характеризуется активным проявлением складчатости и разрывной тектоники. Все геологические структуры и промышленное значимое оруденение связывают с формированием герцинского структурного этажа [2].

На территории рудного поля выделяется несколько структур первого порядка (Ильинская антиклиналь, Свистунская антиклиналь, Свистунская синклиналь, Занинская антиклиналь, Джумбинская синклиналь и др.) и

**СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ**

большое количество пликативных дислокаций меньших масштабов. К крупным разрывным нарушениям района относятся субмеридиональный Джумбинский разлом без разрыва сплошности осадков, подновленные в альпийское время субширотные разломы – Желдыбайский – со смещением 300–400 м, глубинный Ильинский разлом мантийного заложения. Помимо крупных, на территории выделяется большое количество малоамплитудных нарушений местного характера. Выражены они в виде зон брекчирования, смятия, рассланцевания пород с незначительными амплитудами или вовсе без смещений.



**Рис. 1** Положение золоторудных полей в Западно-Калбинской металлогенической зоне:

**1** – Западно-Калбинская металлогеническая зона; **2** – рудные поля и их номера:

**1** – Джерекское; **2** – Кедейское; **3** – Эпинское; **4** – Миалинское; **5** – Бакырчикское;  
**6** – Лайлинское; **7** – Кулуджунское; **8** – Теректинское; **9** – Джумбинское; **10** – Баладжальское;  
**11** – Ашалы-Даубайское; **12** – Боконское; **13** – Акжальское; **14** – Сенташское; **15** – Жантасское;  
**16** – Казанчункурское; **17** – Канайское; **18** – Суздальскоерешетки [1]

Основными полезными ископаемыми Джумбинского рудного поля является коренное золото, тяготеющее к кварцево-жильным образованиям. Коренные месторождения такого типа здесь начали отрабатываться с 1871 г., россыпные же еще раньше – с 1833 г. Сейчас локализующиеся по крупным и средним водотокам золотороссыпные месторождения в большей степени исчерпаны.

В пределах рудного поля выделяется три рудных формации, которые могут встречаться как по отдельности, так и в различных комбинациях – золото-кварцевая, золото-кварц-сульфидная и золото-сульфидная. В Кулуджунском рудном районе, куда входит Джумбинское рудное поле практический интерес представляет золотосульфидный тип оруденения, близкий к суздальскому (участки Джумба, Бригадное, Свистун, Федор-Ивановский и др.). На Кулуджунской и Джумбинской перспективных площадях в 2009 году прогнозные ресурсы золота категории P2 оценивались в 30 т (до глубин 300...350 м) [5]. Все современные работы ориентированы на переоценку ресурсов и подсчет запасов золота.

При обосновании методики проведения поисковых и будущих оценочных работ геологами компании «Казцинк» учитываются рекомендации ГКЗ РК для известных на площади объектов.

На первой стадии современных работы в пределах рудного поля проводятся геохимические поиски по вторичным ореолам рассеяния с отбором почвенных проб из горизонта В по регулярной сети 200x50 м. Пробоотбор производится согласно стандартным поисковым литогеохимическим методикам, описанным, например, В.Г. Ворошиловым в своем пособии [3]. Полевые работы сопровождаются применением современного программного обеспечения. Сбор информации в поле в современных условиях – это детальное и безбумажное геохимическое и геолого-минерально-структурное картирование в Collector for ArcGIS. В докладе С.Н. Кожевникова, регионального менеджера по геологоразведке ТОО «Казцинк», на 23-й Конференции Esri в России и странах СНГ об использовании ArcGIS для автоматизации геологоразведки, отмечается высокая эффективность использования данного программного обеспечения для сбора и обработки данных. Собранные за день данные почти в режиме реального времени попадают на общий портал компании, где происходит двусторонний обмен геологической информации с каждым рабочим устройством.

Перед отправкой в лабораторию пробы подвергаются рентгенофлуоресцентный анализу на содержание ряда химических элементов (от Mg до U) экспресс анализатором Niton XL3t GOLDD. Оперативная обработка полученных данных позволяет оперативно корректировать программу поисковых работ. Также в полевых работах задействован оптический спектрометр ASD TerraSpec Halo, позволяющий проводить моментальные минералогические исследования. Данное малогабаритное и достаточно прочное оборудование может быть использовано как в камеральных полевых условиях, так и непосредственно в маршрутных работах, что помогает моментально улавливать и фиксировать геохимические аномалии содержания химических элементов и смену минеральных ассоциаций при метасоматическом картировании.

На всех стадиях ГРП компания «Казцинк» обеспечивает полный набор мероприятий по обеспечению качества и достоверности исходных данных QA/QC, а также требований ГКЗ РК по качеству исходных данных, использует стандартные процедуры геологического и лабораторного контроля.

Основной задачей работ на объекте является изучение структурной позиции, морфологии, условий залегания рудных тел и перспективных минерализованных зон, определение их количественных и качественных характеристик. После интерпретации результатов геохимических и геофизических работ, планируется проведение комплекса заверочного и поискового бурения.

Данный этап переоценки рудных объектов Калбинского золоторудного пояса, систематическое изучение которых прекратилось в конце 1980-х гг., дает возможности для открытия новых месторождений в условиях изменившейся конъюнктуры рынка и новых технологий добычи благородных металлов.

Авторы выражают благодарность Управлению ГРП ТОО «Казцинк» за возможность участия в полевых работах и использования материалов при подготовке данного сообщения.

#### Литература

1. Ананьев Ю.С. Космоструктурные модели золоторудных объектов Западной Калбы / Ю.С. Ананьев, А.А. Поцелуев, В.Г. Житков // Известия ТПУ. – Томск, 2010. – Т. 317. – № 1. – С. 35–42.
2. Большой Алтай (геология и минерагения). В 3 кн. / Г.Н. Щерба [и др.]. – Алматы: Ғылым, 1998. – Кн.1. – Геологическое строение. – 304 с.
3. Ворошилов В.Г. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых: учебное пособие / Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 104 с.
4. Государственная геологическая карта РФ. Масштаб 1:1 000 000. Третье поколение. Серия Алтае-Саянская. Лист М-44 (Рубцовск). Объяснительная записка / Составители: Гусев Н.И. [и др.] – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2015. – 415 с.
5. Перспективы укрепления и развития минерально-сырьевых ресурсов Восточного Казахстана / Б.А. Дьячков [и др.] // Вестник ВКГТУ. Геология, горное дело, металлургия. – Усть-Каменогорск, 2009. – № 3. – С. 5–15.

### ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА РОССЫПЕЙ ТИТАНА ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

**Е.С. Суйекпаев, М.М. Кравченко, Е.М. Сапаргалиев**

Научный руководитель профессор Е.М. Сапаргалиев

**Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск, Республика Казахстан**

Крупное производство губчатого и металлического титана в Восточном Казахстане востребовало качественную минерально-сырьевую базу россыпных титан-циркониевых руд, достаточную для импортозамещения [4].

Критериями прогноза титан-циркониевого россыпеобразования в Зайсанской грабен-синклинальной мезозой-кайнозойской структуре являются:

- наличие позднепалеозойско-мезозойского базиса интрузий габбро, монцонитов, сиенитов, щелочных гранитов, обогащенных «in situ» порфировой вкрапленностью ильменита, лейкоксена, титаномагнетита, циркона;
- геодинамика развития с трансформацией среднепалеозойского Зайсанского океанического бассейна между Западно-Сибирским и Джунгарским океаническими бассейнами в геологически автономную структуру Зайсанской грабен-синклинали;
- коллизии взаимодействия древних континентов Казахстана, Сибири, Тарима-Джунгарии в эпоху транс-прессинга Индской плиты с выводом глубинных пород на дневную поверхность в мезозое-кайнозое;
- формирование в кайнозое (палеогене, неогене, квартере) Зайсанской впадины и на ее периферии седиментных формаций, в том числе титан-циркониевых россыпей: в позднем меловом периоде (маастрихте) региональной коры химического выветривания с ильменит-цирконовой минерализацией (Караоткель-I), в палеоцене аллювиальной россыпи Караоткель-II, в эоцене озерной Киин-Кериш, в олигоцене пролювиально-аллювиальных россыпей Бектемир (Сатпаевское) и наиболее богатой по содержанию титана и циркона озерной россыпи типа Жулдыз в миоцене (N<sub>1</sub><sup>3</sup>).

Концентрация габбро-монцонит-сиенит-щелочногранитных интрузий на Караоткельской площади около 150 км<sup>2</sup> и на смежной Преображенской площади, около 200 км<sup>2</sup>, свидетельствует о высокой степени магманасыщенности, воздействии на вмещающие породы и на вмещающие вулканиты сержихинской свиты (С<sub>3</sub>-P<sub>1st</sub>).

### СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ

Титан-циркониевая со скандием, танталом, ниобием, редкоземельная и золоторудная металлогеническая специфика интрузий и вулканизма обусловлена многообразными внедрениями основных и кислых магм в течение среднего-позднего палеозоя, мезозоя, концентрацией, ликвацией и гибридизацией.

На значительных площадях Караоткель-Преображенского, Буранско-Актюбинского тектоно-магматических блоков интрузивные породы габбро-монзонит-сиенит-щелочногранитной серии насыщены порфировой (вкрапленной) минерализацией титансодержащих минералов (ильменит, лейкоксен) и циркона, которые высвобождаются в зоне гипергенеза в маастрихте и, в кайнозое на протяжении 65...0,1 млн. лет формируют полигенные россыпи. Геохимическая особенность ильменита – стабильное содержание тантала и ниобия, скандия, РЗЭ.

Распад океанических бассейнов среднего палеозоя на территории Восточного Казахстана обусловлен мощной накачкой широтного пояса калбинских гранитов в перми, формирования Калбинского нагорья и перемычки на северо-западе. На юго-востоке связь с Джунгарским океаническим бассейном прервана в мезозое Кендерлыкской синклиналиной структурой, хребтами Сайкан и валом Ишпулак [3, 5].

Зайсанский грабен-синклинозная структура в последующем обрела облик озерной впадины: в центре – древнейшее озеро мира Зайсан (70 млн. лет) с полным разрезом отложений кайнозоя (палеогена, неогена, квартера). В бортах каледонида и герцинида ранней средней стадий, середине – поздние герциниды и альпиды [1, 2, 6-8].

Основополагающие исследования палеолимнологии озера, палеомагнетизма и связи с абсолютной шкалой стратиграфии в палеомагнитной шкале (палеоген-неоген) Евразийского континента.

Вещественно открыты и охарактеризованы связи литологии коры выветривания маастрихта с залежами бентонитов палеоцена Манракских месторождений, а также с импактами и импактитами в период их образования.

Региональная геотектоника Зайсанской грабен-синклинали в альпийском цикле содержит аркогенную стадию завершающих Зайсанской и Южно-Алтайских фаз в палеогене; рифтогенную: Нарымскую и Тарбагатайскую фазы в неогене; коллизионные орогенные тарбагатайскую в позднем неогене и верхнеобийскую в квартере [2, 5].

Анализ литолого-стратиграфического материала позволяет выделить в каждой тектонической фазе режимы: 1) активации; 2) стабилизации; 3) тектонического покоя с которыми напрямую связаны эпохи формирования россыпей, переходных псаммита-алевритовых и чистых глинистых залежей (например, бентонитовых глин).

В связи с региональной тектоникой находятся титан-циркониевые россыпи Караоткель-Преображенского блока:

Караоткель-1 верхнемеловой коры химического выветривания пенеплена аркогенной стадии, осложнением падения астероида на рубеже 65 млн лет. Последующая Зайсанская фаза (Е<sub>1e1</sub>) аллювий россыпи Караоткель 2, Южно-Алтайская фаза в Е<sub>2</sub> (e<sub>5</sub>-e<sub>6</sub>) россыпь Киин-Кериш и в Е<sub>3</sub> (e<sub>8</sub>) россыпи Бектемир, Сатпаева; россыпь озерного генезиса Жулдыз в базальных слоях сарыбулакской свиты (в N<sub>1</sub> (n<sub>5</sub>)) связана с началом Тарбагатайской фазы тектонических движений.

Закономерность проявления тектонических фаз, наряду с ранее охарактеризованным фактором дают возможность целенаправленных поисков россыпных месторождений в пределах Зайсанской структуры.

Сравнительная оценка значимости титан-циркониевых палеогенетических россыпей основана на содержании ильменита и циркона. Озерная россыпь Жулдыз охарактеризована наибольшим содержанием ильменита на уровне океанических россыпей Индии и Австралии.

Данный тип озерных и прибрежно-морских россыпей кайнозоя в Казахстане рекомендован первоочередным для выполнения геологоразведочных работ с целью прироста оцененных запасов титана, циркона сопутствующих металлов и редкоземельных элементов.

В Зайсанской впадине озерный тип титан-циркониевых россыпей охарактеризован двумя месторождениями: Киин-Кериш в кварцевых песчаниках турангинской свиты эоцена (Е<sub>2</sub>(e<sub>5-6</sub>) tg) с невысоким содержанием ильменита и, соответственно, циркона и Жулдыз в прибрежно-озерной фации свиты сарыбулак (N<sub>1</sub><sup>3</sup> sb) миоцена, содержащей в среднем 350 кг/м<sup>3</sup> ильменита, совмещенной с источником – рудоносной корой выветривания интрузивных пород. Гравитационный фактор имеет решающее значение в локализации россыпей. Максимумы концентрации рудных минералов достигает в режиме активации и проявления цунами на прибрежных озерных и морских условиях.

Очевидно, что гравитация самородного золота (удельный вес 16...18 г/м<sup>3</sup>) пространственно отделяет его от ильменита и циркона (удельный вес 5...5,6 г/см<sup>3</sup>), кроме случая непосредственной близости источника коренного самородного золота.

#### Литература

1. Венус Б.Г., Верзилин Н.Н., Кянсеп–Рамашкин Н.П., Мироненко О.А., Толстиков Н.В., Стариков В.П., Стикович Е. С., Шевирев Н.С., Чвиквадзе В.М. Палеолимнология Зайсана. – Л–д: Наука, 1980. – 182 с.
2. Ерофеев В.С. Геологическая история южной периферии Алтая в палеогене и неогене. – Алма–Ата: Наука, 1969. – 166 с.
3. Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Моралев В.М. Глобальная тектоника, магматизм и металлогения. – М.: Недра, 1976. – 231 с.
4. Кравченко М.М., Суйекпаев Е.С., Сапаргалиев Е.М., Дьячков Б.А., Азельханов А.Ж. Перспективы укрепления минерально–сырьевой базы титанового производства в Восточном Казахстане// Россыпи и месторождения кор выветривания: изучение, освоение, экология: труды XV Международного совещания по геологии россыпей и месторождений кор выветривания. – Пермь, 2015. – С. 113–114.
5. Сапаргалиев Е.М., Кравченко М.М., Дьячков Б.А. и др. Большой Алтай (геология и металлогения). Книга 3. Нерудные ископаемые. – Алматы: НИЦ Ғылым, 2003. – 303 с.

- Сулейменова Ф.И., Яхимович В.Л. Шкала инверсии и развития геомагнитного поля в кайнозое. – Уфа: Гилем, 2003. – 227 с.
- Azelkhanov A.Zh., Kravchenko M.M., Sapargaliev Y.M. and Suiekpaev Y.S. Manrak bentonite used as mineral additive in breeding in East Kazakhstan // Mineral Deposit Studies Group 2–4 January 2013. – University of Leicester, UK. – С. 22.
- Benjamin F. Dorfman. Zaysan—the Only Surviving Cretaceous Lake—May be Lost // Procedia Environmental Sciences. Published by Elsevier Ltd. 10 (2011). – Pages 1376–1382.

## ЗОНАЛЬНОСТЬ МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В ПОРОДАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЗОЛОТОРУДНОГО ПОЛЯ (КУЗНЕЦКИЙ АЛАТАУ)

В.А. Сухорукова

Научный руководитель доцент Л.А. Краснощекова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В северо-западной части Кузнецкого Алатау раннепалеозойские гранитоиды, слагающие множество крупных плутонов, имеют исключительно большое развитие. Многие исследователи относят эти плутоны (Дудетский, Центральнинский, Кожуховский и т.д.) к Мартайгинскому комплексу.

Центральное рудное поле располагается вблизи Кузнецко-Алтайского разлома глубинного заложения в северной части Кузнецкого Алатау. Последний является частью салаирско-каледонской (раннекаледонской) складчатой системы Алтае-Саянской области, входящей в состав Центрально-Азиатского подвижного пояса [1].

Особенность геологического строения рудного поля определяется его приуроченностью к Центральнинскому гранитоидному массиву Мартайгинского комплекса, прорывающему нижнепалеозойскую вулканогенную толщу Алатагского синклинория. Золотое оруденение Центрального рудного поля связывают со становлением гранитоидного интрузива Мартайгинского комплекса [1–3]. Формирование массива с участием процессов магматического замещения обусловило развитие в рудном поле разнообразных и магматических, и метасоматических пород. В березитах, в данном районе, [4] выделяют до 8 метасоматических зон.

В данной статье приведены результаты исследования образцов из метасоматических ореолов гранодиоритов, изучение образцов и шлифов которых проводилось макроскопически и на поляризационном микроскопе Olympus BX53.

Исследованные образцы разделены по минералогическому составу на следующие зоны: внешнюю (фронтальную), среднюю (промежуточную), внутреннюю (тыловую или березитовую).

Породы внешней (фронтальной) зоны имеют следующий минералогический состав: кварц – 25...30 %, плагиоклаз – 25...40 % (до 15...20 % изменен серицитом), калишпаты – 10...15 %; в качестве темноцветов – биотит до 7% и роговая обманка до 3 %, практически полностью замещены хлоритом. Эпидот и кальцит выделяются спорадически и их количество не превышает первых процентов. Рудные минералы могут достигать 15%. Рудное вещество в виде субизометрических, удлиненных и ксеноморфных зерен, выделяются вместе с хлоритом или часто приурочено к хлоритизированному биотиту. Трещины, секущие породы, заполняются хлорит-кальцитовой массой. Акцессорные минералы представлены клиновидными зернами сфена и призматическими циркона. Для пород характерны, как правило, гранитовые микроstructures (рис. 1).

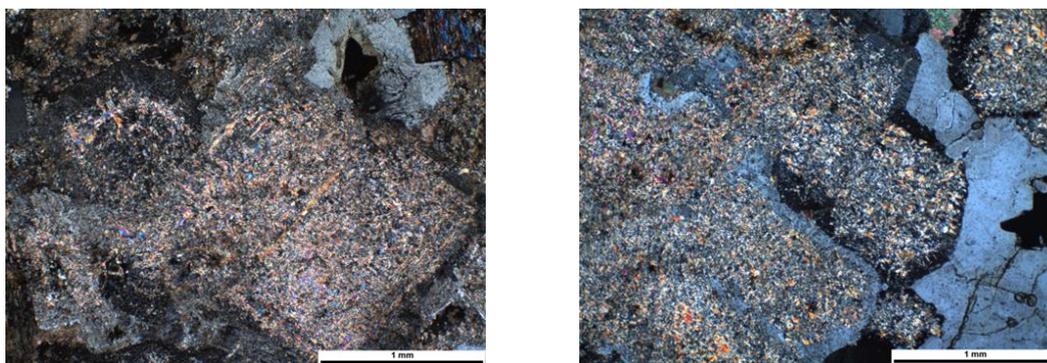


Рис. 1. Замещение зональных плагиоклазов серицитом и тонкозернистым кальцитом в гранодиоритах внешней зоны, с анализатором



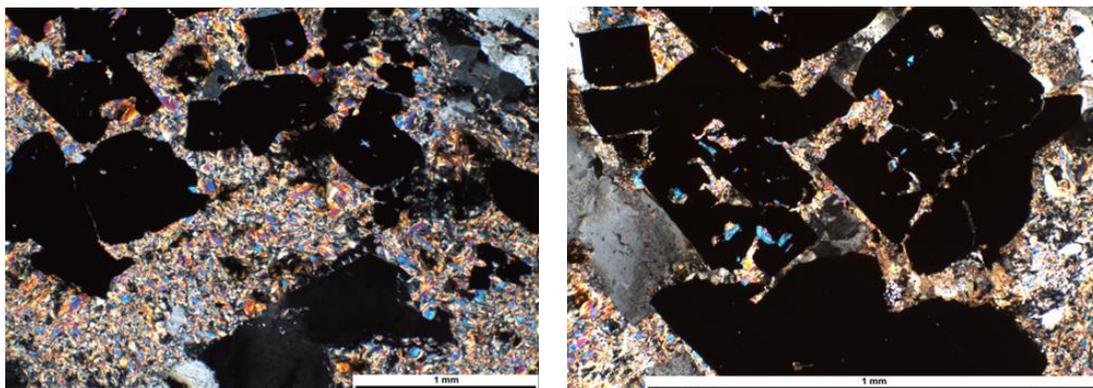
Рис. 2 Березит Центральнинского гранитоидного массива

**СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ**

В породах средней (промежуточной) зоны отмечается увеличение содержания кальцита до 7...10 % и хлорита до 5...10 %.

Породы внутренней (березитовой) зоны представлены интенсивно измененными гранитоидами с характерной апогранитовой, порфиروبластовой и гранолепидобластовой микроструктурами. Березиты имеют тонко-, мелкозернистое строение и светло-зеленовато-бурую окраску, иногда с вкраплением зерен пирита (рис. 2).

Минеральный состав изучаемых образцов в шлифах в среднем представлен кварцем до 40 %, серицитом 45...50 %, иногда мусковитом до 5 %, пиритом до 7 %, рутилом и карбонаты до 5...10 % суммарно. Основная масса породы сложена агрегатом тонко-мелкочешуйчатого серицита. Кальцит образует кристаллические выделения и зернистые агрегаты, либо выделяется по трещинкам и в виде отдельных скоплений в основной серицитовой массе. Железистые карбонаты образуют желтоватые тонко-мелкозернистые агрегаты, которые приурочены к выделениям рудного вещества. Рудный компонент представлен ксеноморфными и субизометричными зёрнами пирита (рис. 3).



**Рис. 3. Ксеноморфные и субизометричные выделения пирита в основной серицитовой массе (с анализатором)**

Метасоматические изменения в гранитоидах по результатам изучения шлифов с выделением зональности представлены в таблице. Минеральные преобразования начинаются во внешних частях ореолов и зонах метасоматических колонок с псевдоморфного замещения первичных темноцветных минералов хлоритом с небольшим количеством карбоната. Одновременно отмечается деанортитизация плагиоклаза, приводящая к интенсивному развитию сосюрита в центральных частях минерала. В дальнейшем начинает развиваться агрегат мелкочешуйчатого серицита вдоль плоскостей срастания двойников плагиоклаза или трещин спайности, а затем и серицита с кварцем. В это же время происходит частичная серицитизация и окварцевание К-На полевого шпата. По мере усиления процесса хлорит замещается серицитом и карбонатом, растет содержание светлой слюды и кварца, что затушевывает первичное строение пород. В зонах максимального изменения резко возрастает роль кварца.

**Таблица**

**Минералогическая зональность метасоматитов Центрального рудного поля  
(по илифам)**

Зона	Минералогический состав	Породы
0	Плагиоклаз (кислый и/или средний) + ортоклаз + кварц + биотит ± роговая обманка ± хлорит ± эпидот + рудный минерал	Вмещающие породы: неизменные гранодиориты или начальная степень их проработки
1	Плагиоклаз кислый + ортоклаз + кварц + серицит + кальцит ± хлорит + пирит	Березитизированные породы
2	Плагиоклаз кислый + ортоклаз + кварц + серицит + карбонат железа + пирит	
3	Кварц + серицит ± карбонат железа ± пирит	Березит

**Литература**

1. Алабин Л.В., Калинин Ю. А. Металлогения золота Кузнецкого Алатау. – М.: СО РАН НИЦ ОИГГМ, 1999. – 237 с.
2. Кузнецов Ю.А. и др. Раннепалеозойская гранитоидная формация Кузнецкого Алатау. – Москва: Наука, 1971. – 352 с.
3. Ворошилов В.Г. Условия формирования Центрального рудного поля в гранитоидах (Кузнецкий Алатау) // Руды и металлы, 1995. – № 3. – С. 68–80.
4. Коробейников А.Ф. и др. Рудно-метасоматическая и геохимическая зональность золоторудных полей и месторождений складчатых поясов Сибири. – М.: ТПУ, 2013. – 458 с.

**СТРОЕНИЕ И ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТКЛАВАЯМСКОЙ ВУЛКАНО-ТЕКТОНИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ И ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ В НЕМ ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОГО ОРУДЕНЕНИЯ (КАМЧАТСКИЙ КРАЙ)**

**М.И. Федоренко**

Научный руководитель доцент О.М. Гринев

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

Месторождение Аметистовое расположено в юго-западной части Корякского нагорья, и относится к Корякско-Камчатской покровно-складчатой системе. Участок находится в 50 км к востоку от Маметчинского залива Охотского моря. Административно принадлежит Пенжинскому району Камчатского края РФ.

Активное изучение геологического строения месторождения началось с 1967 г., в результате которого были обнаружены обширные поля метасоматитов среди которых найдены кварцевые жилы с промышленным содержанием золота и серебра. Структура рудного поля определяется его приуроченностью к Тклаваямской вулканно-тектонической структуре (ВТС).

Тклаваямская ВТС расположена на северо-востоке Камчатки и занимает площадь вблизи оз. Таловское в междуречье рек Куюл – Ичигинываям [3]. Рассматриваемая структура приурочена к зоне пересечения разрывных нарушений северо-восточного и северо-западного простирания и находится в области влияния Ичигинского и Ванэзатского разломов. Ее диаметр примерно составляет около 16 км. Тектоническим обрамлением структуры с юга служит система круто наклоненных к центру кольцевых разломов. Вулканическая структура сложена в основном андезитами, дацитами и туфами ичигинского комплекса мощностью до 500 м, центральная ее часть выполнена субвулканическими образованиями андезитов, диорит-порфиритов, дацитов. Породы в пределах палеовулканической постройки при ее становлении испытали интенсивную гидротермальную проработку в большом объеме вдоль сети разрывных нарушений и трещин, связанную с активной субвулканической и поствулканической деятельностью. Большим развитием здесь используются линейная и штокверковая системы трещин, заполненные гидротермальными образованиями.

Тклаваямская ВТС является наименее эродированной в сравнении с другими структурами этой зоны. Ее фланги сложены эффузивно-пирокластическими периклинально залегающими, образованиями одноименного стратовулкана, а центральная часть слоистопостроенным интрузивно-субвулканическим массивом. Месторождение Аметистовое располагается в центре Тклаваямского ВТС.

По данным (И.Д. Петренко, 1999 г.) выделяются следующие разновидности метасоматитов рудного поля месторождения Аметистовое: пропилиты; околотрещинные зоны адуляр-гидрослюдисто-хлорит-кварцевые метасоматиты и вторичные кварциты, а также ограниченно развитые околожильно измененные породы.

Пропилиты наиболее развиты регионально и относятся к карбонат-эпидот-хлоритовой фации. Пропилитизированные породы характеризуются зеленой окраской, практически всегда сохраняется реликтовая порфировая структура первичной породы. Основными минералами пропилитов являются хлорит, карбонат, альбит, адуляр, серицит и пирит. В первичных андезитах плагиоклаз замещен адуляром, альбитом, цеолитом, карбонатом, хлоритом, серицитом, реже эпидотом. Ромбический пироксен полностью, моноклинный частично, замещается хлоритом, в меньшей степени амфиболом, карбонатом, лейкоксеном, эпидотом, пренитом. Роговая обманка замещается хлоритом, карбонатом, мелкозернистым агрегатом кварца, пирита, магнетита. Основная масса наиболее изменена и, как правило, представляет собой криптодисперсный агрегат всех перечисленных минералов. Содержание сульфидов может достигать 10 % [3]. Многочисленные прожилки и поры выполнены карбонатом, хлоритом, серицитом, кварцем, пиритом, а так же адуляром [2].

Предшественниками среди околотрещинных метасоматитов выделяются зоны адуляр-гидрослюдисто-хлорит-кварцевых метасоматитов и вторичных кварцитов. И те, и другие обнаруживают тесную связь с тектоническими зонами, включая разломы с жильным выполнением. Они постоянно сопровождают жилы как с поверхности, так и на глубоких горизонтах. Состав метасоматитов зависит от состава исходной породы. В андезитах плагиоклаз замещается адуляром, гидрослюдой, в меньшей степени кальцитом, серицитом. Пироксен замещен гидромусковитом, лейкоксеном, амфиболом, хлоритом, карбонатом, реже каолинитом. Основная масса породы представляет собой криптодисперсный агрегат кварца, хлорита, адуляра, гидрослюды, лейкоксена, в меньшей степени глины группы каолинита, ярозита, цеолита, наиболее распространены хлорит, адуляр, кварц. Многочисленные гнезда и прожилки сложены кварцем, адуляром, гидрослюдой, гидромусковитом, хлоритом.

В вертикальном разрезе околотрещинные метасоматиты на поверхности отличаются от таковых на более глубоких горизонтах большим развитием глины группы каолинита. Этим объясняется и более светлая окраска пород верхних горизонтов.

Гидротермальные кварциты слагают протяженные зоны мощностью 2...5 м, особенно характерные для центральной части месторождения, его западного и северо-западного флангов (вдоль разломов Центральный, Чемпион и др.). Цвет их монотонно серый или пятнистый, серовато-белый с тусклым рисунком порфиридных структур и брекчиевой текстуры. По составу это почти монокварцевые породы, не более 5...10 % массы составляют пирит, серицит и глинистые минералы. В незначительном количестве содержатся адуляр, гидрослюда, рутил, ярозит, гетит, магнетит [1].

Околожильные изменения представлены маломощными зонами внешне осветленных, плотных окварцованных пород. Особенно четко они выделяются там, где вмещающими породами являются субвулканические андезиты. Отделение околожильно измененных пород от околотрещинных метасоматитов затруднено из-за однообразия их состава, что объясняется единой направленностью процессов их образования. Для них характерен тот же набор минералов: кварц, адуляр, гидромусковит, каолинит, хлорит. Для околорудных

**СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ**

---

изменений характерно большое количество кварца, развивающегося как по всей массе породы, так и в виде гнезд и прожилков и составляющего 35...40 % объема породы. Кроме того, более широким развитием пользуются гидромусковит и гидрослюда по сравнению с хлоритом в околотрещинных метасоматитах.

Пострудные изменения в целом проявлены локально в пределах пострудных тектонических зон и заключаются в интенсивном развитии по подробленным породам глинистых минералов.

В настоящее время, более детально изучается центральная часть месторождения «Аметистовое». А также фланги месторождения, с целью увеличения запасов Au и Ag. Согласно новым данным наиболее высокое содержание Au и Ag отмечается в кварцевых-гидротермальных брекчиях и кварцевых жилах месторождения (рис. 1).

В ходе проводимых доразведочных также установлено, что в центральной трещинно-жильной зоне месторождения в составе кварц-адюляровых жил наблюдаются значительные скопления прожилков, сгустков, линз сульфидов в основном сфалерит-галенитового состава, золото-серебряность которых пока не определялась.



*Рис. 1 Кварц-сульфидное оруденение (фото автора, 2017 г.)*

По совокупности данных геологоразведочных работ можно утверждать, что месторождение Аметистовое имеет все перспективы наращивания запасов Au и Ag за счет развития оруденения на флангах и на глубину.

**Литература**

1. Арлюкова К.Р. Основные черты геохимии зональных метасоматитов и золото-кварцевых жил месторождения Аметистовое. Проблемы геологии и освоения недр: труды XX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания Томского политехнического университета. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – Том I. – С 108–110.
2. Округин В.М., Шишкова К.О., Яблочкова Д.А. О рудах месторождения Аметистовое (Камчатка). – Горный вестник Камчатки. – Вып. № 3-4. – 2015. – С 46–52.
3. Петренко И.Д. Золото-серебряная формация Камчатки. – СПб: Изд-во Санкт-Петербургской картографической фабрики ВСЕГЕИ, 1999. – 116 с

**ИСТОРИЯ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ РОССЫПНОГО ЗОЛОТА  
НА УЧАСТКЕ ВОСКРЕСЕНСКИЙ УВАЛ СЕВЕРО-ЕНИСЕЙСКОГО РАЙОНА  
(КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ)**

**Н.С. Федорова**

Научный руководитель профессор **А.В. Мананков**

**Национальный исследовательский Томский государственный университет г. Томск, Россия**

В течение в 2015–2018 гг. в летние полевые периоды с июня по сентябрь авторами проводились поисково-разведочные работы, а также оценочные работы и подсчет запасов месторождения россыпного золота на лицензированном участке Воскресенский увал. Административно Воскресенский увал относится к территории Северо-Енисейского района Красноярского края, находится в 14 км юго-западнее районного центра поселка городского типа Северо-Енисейский. Участок работ относится к листу Р-46-XXXIII и находится на правом увале приустьевой части р. Дюбкош, правого притока р. Енашимо. Участок недр имеет статус геологического отвода площадью 1,28 км<sup>2</sup> [6].

Недропользователем всех работ является открытое акционерное общество «Красноярская горно-геологическая компания», которому предоставлена лицензия на право пользования недрами с целевым назначением: «Геологическое изучение, включающее поиски и оценку месторождения россыпного золота на участке Воскресенский увал». В соответствии с лицензионным соглашением силами за счет собственных средств предприятия выполнены поисковые работы в пределах площади лицензии и проведена оценка и подсчет запасов категорий С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub> в промышленном контуре россыпи, которые представляются на рассмотрение в Красноярский филиал ФБУ «ГКЗ». Помимо этого, в пределах недоизученных участков в последние годы выполнена оценка прогнозных ресурсов драгметаллов [5].

Воскресенский увал находится в северной (Зангарской) части Енисейского кряжа (рис. 1), относится к горно-таежной зоне типичного низкогорного рельефа со сглаженными формами и плавными контурами. Высоты

водоразделов 300...450 м, относительные их превышения над тальвегами долин 150...200 м. Крутизна склонов колеблется в пределах 10...15°, редко достигая 20...30°. Основные водные артерии – реки Тея и Енашимо с многочисленными золотоносными притоками справа и слева. Глубина р. Енашимо и его правого притока р. Дюбкош около 0,5...0,8 м, местами до 1,5 м, скорость течения 3...5 км/час. Отметка устья реки Дюбкош – 270,9 м. Долины имеют ширину от 100 до 1200 м, асимметричны, правый борт более крутой. Форма поперечного профиля корытообразная. Все водотоки являются источником питьевого и технического водоснабжения [7, 10]. Типы рельефа Енисейского кряжа весьма разнообразны. Междуречья большей частью уплощённые или куполовидные, речные долины глубокие, крутосклонные, расчленяют кряж на отдельные массивы. Наиболее возвышенной является осевая часть кряжа, высота которого от 650 до 1000 м. Самые высокие возвышенности кряжа: г. Енашиминский Полкан – 1104 м; две горы Лысых – 1052 и 973 м; г. Мевакан – 1002 м; г. Горевский Полкан – 951 м; г. Неточная – 868 м, Сони-гора – 838 м и др. Самая низкая отметка (30 м) находится на р. Енисее, у северной оконечности кряжа. Здесь, несколько ниже устья Подкаменной Тунгуски, Енисейский кряж, пересекаемый Енисеем, образует в русле реки порог Осиновский (острова Монастырский, Кораблик и Барочка). Ещё один знаменитый порог Енисейского кряжа – Казачинский, находится в Казачинском районе, на 223-ем км от Красноярска, около Каменного мыса.

Территория района исследования с малочисленным населением. Численность в районе по переписи 2010 г составляет 11,1 тысяч человек. Проживает население, в основном, в поселках Северо-Енисейский, Тея, Еруда, Новая Каломи, Брянка, Вангаш (рис. 2). Население занято, в основном, на добыче золота и во вспомогательном производстве, развит охотничий промысел, в меньшей мере – подсобное сельское хозяйство и лесозаготовки. В районе из местных строительных материалов имеются песок, гравий, щебень, известь. Транспортная система района представлена улучшенными грунтовыми дорогами, связывающими районный центр – пос. Северо-Енисейский с поселками Брянка (138 км) и Тея (32 км). Поселок Брянка является основной грузоперевалочной базой Северо-Енисейского района, куда весной в 2-х недельный паводковый период доставляются по рекам Енисей и Бол. Пит технические грузы и продукты питания. С городами Енисейск и Красноярск существует круглогодичное автомобильное и авиационное сообщения.

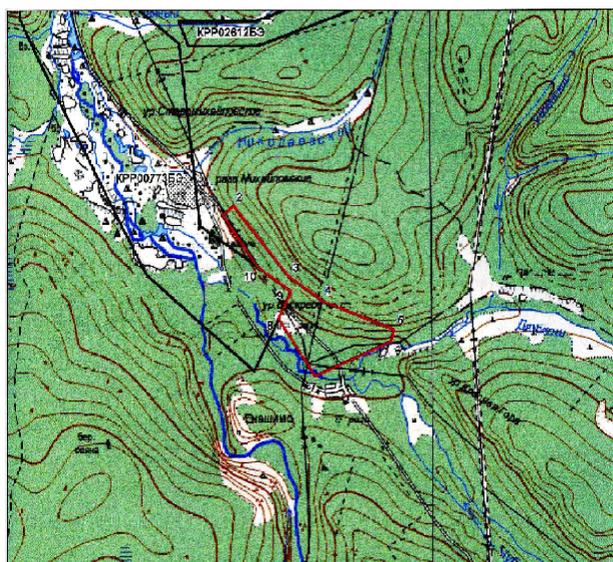


Рис. 1 Участок «Воскресенский увал»  
Мб 1:50 000

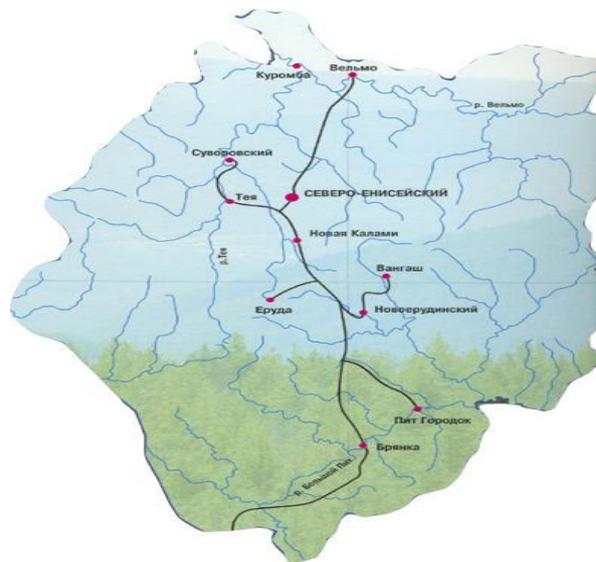


Рис. 2 Северо-Енисейский район  
(Красноярский край)

В экономике района ведущее место занимает золотодобыча. Рудное золото добывается на месторождениях Эльдорадо, Советское, Доброе, Александро-Агеевское (ООО «Соврудник»), Олимпиадинское, Благодатное, Титимухта (ЗАО «Полюс»). Добычу россыпного золота дражным флотом ведет предприятие ООО АС «Прииск Дrajный», 8 драг производят около 800 кг золота в год. Долинные россыпи небольших рек и террасовые крупных рек отрабатываются открытым раздельным способом Северной ГРЭ ОАО «Красноярскгеология», ЗАО Золотодобывающая компания «Северная», ООО «Континент». Среднегодовая добыча россыпного золота этими предприятиями составляет около 400 кг. [5].

Северо-Енисейский муниципальный район находится в центре Красноярского края. Входит в состав Нижнего Приангарья, относится к районам Крайнего Севера. Расположен на правом берегу Енисея на Средне-Сибирском плоскогорье в центральной части Енисейского кряжа. Высшая точка – гора Енашиминский Полкан (1125 м) в 70 км к югу от районного центра. Площадь территории 47242 км<sup>2</sup>. Протяжённость района с востока на запад – 230 км, с севера на юг – 320 км. Удалённость от Красноярска – 660 км. Ближайший город Енисейск – 300 км. Район является труднодоступным для автомобильного транспорта из-за отсутствия дорог с твердым покрытием и зависимости от работы паромной переправы через Енисей (в районе п. Епишино). На западе и юге граничит с Мотыгинским и Енисейским районами, с востока и севера – с Эвенкийским районом. Около 90 % территории района (примерно 45 тыс. км<sup>2</sup>) составляют лесные массивы, преимущественно тёмно-хвойные, образованные

**СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ**

---

лиственничными, кедровыми, пихтовыми, сосновыми и берёзово-осиновыми лесами. Среди полезных ископаемых преобладают золото, железные и марганцевые руды, уголь, уран, торий, сурьма [1,4,8].

Из истории района известно, что еще в тридцатых годах XIX века в районе велась разведка и добыча россыпного и жильного золота на месторождениях в долинах рек Актолик, Вангаш, Енашимо, Калами, Огня, Севагликон, Тея, Чиримба. В 1886 году разрабатывались уже более 500 золотых приисков. В начале XX века на прииске Калифорнийский начала работу одна из первых плавучих фабрик-драг, положившая начало развитию дражного флота Енисейской губернии. За 170-летнюю историю на территории Северо-Енисейского района добыто более 700 тонн золота. Сейчас здесь работает три золотодобывающих предприятия: ЗАО «Полюс», ООО «Соврудник» и ООО «Прииск Дrajный». Северо-Енисейский район обеспечивает 16,5 % общероссийской золотодобычи и 83 % – краевой. Запасов россыпного золота может хватить на 5...7 лет активной разработки. По оценкам аналитиков, запасов золота в Красноярском крае хватит на 20...25 лет активной добычи, при этом запасов россыпного золота хватит на 10...15 лет [8]. Наибольшая доля добычи желтого металла приходится на отработку коренных месторождений, но россыпная добыча имеет не меньшее значение.

Золотодобывающая отрасль России основана именно на россыпных месторождениях: наша страна является бесспорным мировым лидером по добыче именно россыпного золота. Золото Сибири, основная часть которого приходится на Красноярский край, Иркутскую область и Алтай, позволяет оставаться России лидером по добыче желтого металла. Красноярский край – один из лидеров в России по золотодобыче. В Енисейской золотоносной провинции локализован потенциал золотого запаса Красноярского края [4, 2, 3].

**Литература**

1. Божинский А.П. и др. Методы разведки и подсчета запасов россыпных месторождений полезных ископаемых. М.: Недра, 1965. – 312 с.
2. Месторождения золота Сибири [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.999gold.ru/news/view/648> (дата обращения 01.01.2018).
3. Месторождения золота. Энциклопедия Красноярского края [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.krasnoyarsk.ru/encyclopedia/>
4. Романович И.Ф., Филатова И. А. и др. Полезные ископаемые – М.: Недра, 1992.
5. Северо-Енисейский район (27 июля 2016). Википедия [Электронный ресурс]. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%BE-%D0%95%D0%BD%D0%B8%D1%81%D0%B5%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9\\_%D1%80%D0%B0%D0%B9%D0%BE%D0%BD](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%BE-%D0%95%D0%BD%D0%B8%D1%81%D0%B5%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%B0%D0%B9%D0%BE%D0%BD) (дата обращения 01.01.2018).
6. Стороженко А.А. и др. ГДП-200 в пределах Нойбинской площади на территории Енисейского края (листы Р-46-XXXII и Р-46-XXXIII), 2008. – 515 с
7. Схема территориального планирования Красноярского края Том I; Потенциал комплексного развития территории часть 2. – Красноярск, 2008 (Статистический сборник, № 5–2). – 2016 [Электронный ресурс]. – URL: <http://nauka.x-pdf.ru/17raznoe/198241-1-ooo-arhitekurno-proektnoe-byuro-kvartal-shema-territorialnogo-planirovaniya-municipalnogo-obrazovaniya-emelyanovskiy.php> (дата обращения 01.01.2018).
8. KRBIZ.RU Бизнес в Красноярске, работа, предприятия, новости [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.krbiz.ru/stat/?id=26&type=type\\_def](http://www.krbiz.ru/stat/?id=26&type=type_def) (дата обращения 01.01.2018).

**МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ГОРНЫХ КРЕПЕЙ**

**Р.С. Федюк, Р.А. Тимохин, В.О. Батаршин**

Научный руководитель профессор В.С. Лесовик

**Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия**

Развитие горной промышленности начинается с XVIII века, когда на основе разложения средневекового ремесла стали появляться наемные рабочие, бывшие когда-то горняками-ремесленниками. Однако стимул для развития горной промышленности появился спустя 3 века, это был промышленный переворот, который требовал добычи большего количества минерального сырья. Горная промышленность становилась все рентабельней и рентабельней, так как огромное количество материалов, необходимых для производства товаров в современном мире, добываются именно горной промышленностью. Если провести численное сравнение видовой разнообразности полезных ископаемых, можно увидеть закономерность: чем выше уровень науки, тем больше видов полезных ископаемых открывается. Но для добычи полезных ископаемых необходимы квалифицированные рабочие, специализированное оборудование, а также конструкции, обеспечивающие безопасное использование горных выработок. К таким конструкциям относятся крепи [1–4].

Горная крепь – это возводимое человеком сооружение, предотвращающее обрушение окружающих горную выработку пород, а также сохраняющее размеры необходимые для поддержания рабочего состояния выработок. Сочетанием работ по созданию крепи называется креплением горных выработок. Горная крепь создается из материалов, которые называются крепежными материалами.

Крепежным материалом называется материал, используемый для создания горной крепи. Данные материалы подразделяются на следующие группы.

1) Лесоматериалы – этот вид крепежных материалов является простым в обработке, дешевым в изготовлении, достаточно прочным при небольшом давлении, упругим, а также самым древним, ведь он применялся еще в 16 веке при зарождении горной промышленности. Но дерево имеет серьезные недостатки: оно является неогнестойким, а также подвергается гниению, что приводит к его недолговечности. Однако в настоящее время научились продлевать его срок службы. Для этого крепь пропитывают антисептиками [5–7].

2) Металл стал использоваться относительно недавно (в 20 веке). Он получил свою популярность, благодаря высокой прочности, возможности неоднократного использования, долговечности, огнестойкости. Однако у него есть свой недостаток, он подвергается коррозии. Этот недостаток, возможно, предотвратить используя специальные растворы для покрытия поверхности металла, однако полностью избавиться от данного недостатка тяжело [8–12].

3) Бетон – как и металл применяется в горной промышленности относительно недавно, он так же обладает высокой прочностью, долговечностью, огнестойкостью и невысокой стоимостью. Но он, как и все предыдущие материалы, имеет свой недостаток: он очень хрупок при ударе [13–16].

4) Так же существует материал, который сочетает в себе сразу 2 материала о которых говорилось выше, отсюда появилось его название: железобетон. Он обладает повышенной прочностью, водонепроницаемостью, большей долговечностью, огнестойкостью, а также имеет не высокую стоимость. Так же для повышения его прочности используется армирование. Для армирования применяются горячекатаная сталь и стальная проволока. Железобетон представляет собой металлическую арматуру, в виде каркаса нужной формы погруженную в бетон.

5) Полимерные крепежные материалы: к таким материалам относят стеклопластики, пластобетон, углепласт, химические составы на базе синтетических смол для закрепления анкеров в скважинах.

6) Так же в отдельную группу хочется включить пластмассы, армированные стекловолокном. Такие крепежные материалы являются новыми. Такие крепы имеющие повышенную легкость, устойчивость к различным механическим нагрузкам и действию разных химических реагентов, еще не получили широкого развития.

Выбор крепы обусловлен такими факторами как:

- 1) продолжительность ведения работы на выработке;
- 2) свойства горных пород;
- 3) форма и размеры выработки;
- 4) и главное, экономическая рентабельность.

Деревянная крепь: данный вид крепы используется при непродолжительном сроке службы выработки и умеренным горным давлением. В основном данный вид крепы имеет трапециевидную форму.

Металлическая крепь по форме бывает трапециевидной, арочной и кольцевой. Так же она может быть: податливой – крепь, имеющая узлы податливости, которые сохраняют несущую способность крепы при смещении горных пород; жесткой - деформации, которой не выходят за пределы упругих.

Относительно новыми крепями являются железобетонные и анкерная крепы. В свою очередь железобетонная крепь делится на сборную и монолитную. Но мы рассмотрим созданную недавно сборную железобетонную крепь [18–19].

Данный вид крепы, в отличие от монолитной, способен сопротивляться горному давлению сразу же после возведения, еще одним её полезным свойством является её применение в горных выработках любой формы.

Анкерная крепь – крепь представленная стержнями, которые различными способами закрепляются в скважинах, пробуренных на глубину до 0.6 м. Анкерные цепи можно разделить на 2 вида: замковые: для закрепления которых применяются механические замки; и беззамковые – анкеры закрепляемые в скважине по всей длине вяжущими веществами.

В заключение хочется подчеркнуть необходимость использования железобетонных и полимерных крепежных материалов в виду их экономической рентабельности и физико-механических свойств.

#### Литература

1. Агеева М.С., Лесовик Г.А., Шаповалов С.М., Михайлова О.Н. и др. Влияние времени помола на свойства композиционного вяжущего // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2015. – № 4. – С. 28–32.
2. Батаршин В.О., Федюк Р.С., Козлов П.Г. Комплексная оценка охраны воздушной среды в горном деле // В сборнике: СТРОИТЕЛЬСТВО–2016: Материалы II Брянского международного инновационного форума. – 2016. С. 11–15.
3. Бояров М.А., Федюк Р.С. Природное сырье Приморского края для производства бетона – В книге: Современные технологии и развитие политехнического образования Электронный ресурс. – 2015. – С. 157–161.
4. Лесовик В.С., Федюк Р.С. Бетоны с пониженной проницаемостью на сырьевых ресурсах Дальнего Востока // Современные строительные материалы, технологии и конструкции. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО «ГГНТУ им. Акад. М.Д. Миллионщикова», Грозный. – 2015. – С. 440–448.
5. Мочалов А.В., Тимохин А.М., Муталибов З.А., Федюк Р.С. Экономические и военно-политические вопросы пересечения интересов России и Китая в азиатско-тихоокеанском регионе // Россия и Китай: проблемы стратегического взаимодействия: сборник Восточного центра. – 2016. – № 18. – С. 91–96.
6. Фаизов Р.С., Феделеш С.Ю., Федюк Р.С., Алмамма Х. Апробация и внедрение фибробетона на композиционном вяжущем // В сборнике: Интеллектуальные строительные композиты для зеленого строительства Сборник докладов международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию заслуженного деятеля науки РФ, член-корреспондента РААСН В.С. Лесовика. – В 3 частях. БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2016. – С. 192–195.
7. Федюк Р.С. Применение сырьевых ресурсов Приморского края для повышения эффективности композиционного вяжущего // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. – 2016. – № 1. – С. 28–35.
8. Федюк Р.С., Храмов Д.А., Чернеев А.М. Строительно-материаловедческая оценка геологического строения территории Дагестана // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. – 2016. – № 66. – С. 112–114.
9. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Тимохин А.М., Муталибов З.А. Разработка композиционного вяжущего // В книге: Строительство и архитектура – 2015: материалы международной научно-практической конференции. ФГБОУ ВПО

**СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ**

---

- «Ростовский государственный строительный университет», Союз строителей южного федерального округа, Ассоциация строителей Дона. – 2015. – С. 478–480.
10. Федюк Р.С., Смоляков А.К., Тимохин Р.А. Природные ресурсы и климатические условия Приморского края с точки зрения строительного производства // В сборнике: Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование Материалы VIII Всероссийской научно–практической конференции, посвященной 75–летию рыбохозяйственного образования на Камчатке. – В 2–х частях. – 2017. – С. 125–128.
  11. Федюк Р.С., Смоляков А.К., Тимохин Р.А. Оптимизация состава геопалимерного бетона // В сборнике: Наука и инновации в строительстве (к 45–летию кафедры строительства и городского хозяйства): сборник докладов Международной научно–практической конференции. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. – 2017. – С. 199–203.
  12. Федюк Р.С., Евдокимова Ю.Г., Смоляков А.К., Тимохин Р.А., Батаршин В.О. Природно-геологические условия Приморского края с точки зрения строительного материаловедения // В сборнике: Геодинамика, вещество, рудогенез Восточно–Европейской платформы и ее складчатого обрамления Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием. Институт геологии Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар, 2017. – С. 227–229.
  13. Федюк Р.С. Применение сырьевых ресурсов Приморского края для повышения эффективности композиционного вяжущего // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. – 2016. – № 1. – С. 28–35.
  14. Федюк Р.С. Свойства композиционных вяжущих на основе техногенных отходов Дальнего Востока // Вестник гражданских инженеров. – 2016. – № 2 (55). – С. 132–136.
  15. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Ильинский Ю.Ю. Привлечение прямых инвестиций в Приморский край // В сборнике: Актуальные вопросы экономического развития регионов Материалы Международной научно–практической конференции. Пятигорский филиал ФГБОУ ВПО «Российский государственный торгово–экономический университет», Рекламно–информационное агентство на Кавминводах. – 2013. – С. 178–183.
  16. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Ильинский Ю.Ю., Баранов В.А. Экологические факторы жилища // Горные науки и технологии. – 2013. – № 8. – С. 116–117.
  17. Федюк Р.С., Тимохин Р.А., Смоляков А.К. Научное лидерство китайских ученых в области строительных технологий // Россия и Китай: проблемы стратегического взаимодействия: сборник Восточного центра. – 2017. – № 19. – С. 21–24.
  18. Fedyuk R.S. Mechanical activation of construction binder materials by various mills // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Current Problems and Solutions. Сер. «All–Russia Scientific and Practical Conference on Materials Treatment: Current Problems and Solutions» – 2016.
  19. Fedyuk R.S., Smolyakov A.K., Timokhin R.A. Development of composite binder for hydraulic structures, operating in Arctic conditions // В сборнике: Папанинские чтения Статьи участников международной молодежной научной конференции. – 2017. – С. 284–293.

**САМОРОДНОЕ ЗОЛОТО ИЗ РОССЫПЕЙ ХАЙРЮЗОВКА И КАМЕНКА-БАРАБАНОВСКАЯ  
(САЛАЙРСКИЙ КРЯЖ) КАК ИНСТРУМЕНТ ПРОГНОЗА ЭНДОГЕННОГО ОРУДЕНЕНИЯ**

**П.А. Фоминых**

Научный руководитель доцент П.А. Неволько

**Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск, Россия**

Салаирский кряж рассматривается как самостоятельная структурно-тектоническая единица в пределах западной части Алтае-Саянской складчатой области [1], представляющая собой складчатую тектоническую структуру северо-западного простирания, которая вблизи ограничивающих ее Горловского и северо-западной части Кузнецкого прогибов резко, почти под прямым углом, меняет простирание пород на юго-западное. Осевая зона Салаирского кряжа сложена кембрийскими карбонатно-вулканогенными отложениями, интенсивно дислоцированными и собранными в линейные и изоклинальные складки северо-западного простирания. Периферия складчатой структуры сложена менее дислоцированными ордовикскими и силурийскими карбонатно-терригенными породами [3].

Для изучаемой северо-западной части Салаирского кряжа золото является профилирующим на добычу металлом. В данной части выделяется несколько рудных участков с соответствующими им россыпными полями. Одним из наиболее продуктивных со стороны россыпных месторождений является Суенгинское россыпное поле Егорьевского рудно-россыпного района. Не мало важно, что, несмотря на почти 200-летнюю историю освоения россыпей в Егорьевском районе, было найдено всего лишь одно коренное проявление самородного золота на сегодняшний день, именуемое как Новолушниковское золото-сульфидно-кварцевое месторождение.

Месторождение Новолушниковское было открыто еще в 1895г, тогда оно получило название Жила №13. По архивным данным известно, что некоторые пробы кварца из рудопроявления характеризовались содержаниями золота до 540 г/т.

На месторождении выделяются два морфоструктурных типа золотого оруденения. Первый – это линейные штокверки северо-западного простирания, залегающие согласно с напластованием и общим простиранием пород. Пространственно они тяготеют к телам линейных согласных метадиоритов, образованных по телам диоритовой формации, а также к телам метасоматитов, образованных по стратифицированным отложениям суенгинской свиты. Рудные зоны этого типа прослеживаются по простиранию и падению на десятки и сотни метров.

Оруденение второго типа представлено линейными штокверками, связанными с трещинной тектоникой и приуроченными к системам параллельных трещин (зонам дробления, брекчирования, мощного расщепления), оперяющих нарушения северо-западного простирания, имеющих, судя по всему, рудоконтролирующее значение. Метасоматиты, вмещающие рудные зоны второго типа, характеризуются более высокой степенью проработки, обильными проявлениями сульфидной и кварцево-жильной минерализации.

Типоморфные особенности и химический состав самородного золота Новолушниковского месторождения частично рассматривались в работах [3, 4]. Состав самородного золота из различных типов метасоматитов и кварцевых жил был изучен нами на представительной выборке ( $n \approx 200$ ). Наши исследования показали, что самородное золото из метасоматитов северо-западного простирания, тяготеющее к арсенопиритовой минерализации характеризуется нешироким диапазоном пробности (870...990 ‰), незначительной примесью Hg – до 2,5 мас.% и полным отсутствием меди [2].

Пробность самородного золота из секущих кварцевых жил варьирует в широком диапазоне от 700 ‰ до 970 ‰. Отличительной чертой является высокое содержание ртути, до 20 мас.%. Причем намечается определенная закономерность – самородное золото в ассоциации с Hg-Ag-содержащими блеклыми рудами характеризуется более высокой пробностью, а расположенное обособленно в виде прожилков в кварце – пониженной пробностью и высокими содержаниями серебра и ртути. [2]

Отличительной чертой самородного золота из второго типа руд с Новолушниковского месторождения, имеющих субширотное простирание, является аномально высокие содержания ртути до 20 мас.%. В тоже время, на сегодняшний день нет свидетельств обнаружения высокопробного самородного золота в россыпях, широко проявленных в Егорьевском рудно-россыпном районе.

Суенгинское россыпное поле включает россыпи по левым притокам р. Суенга, а также бассейна р. Кинтереп. Россыпи в пределах этого поля характеризуются максимальной для района линейной продуктивностью. Большинство из рек и ручьев берут свое начало в области распространения золотоносных кор выветривания. В пределах поля насчитывается около 10 отработываемых россыпей.

Объектами исследования являлись россыпи по рекам Хайрюзовка и Каменка-Барабановская (левые притоки р. Суенга). Области питания данных россыпей пространственно совпадают с гипотетическим продолжением в западном направлении слепых зон субширотного простирания Новолушниковского месторождения. Нами были отобраны шлиховые пробы с различных участков этих россыпей, из которых было выбрано более 800 золотин. На основе полученных статистически представительных выборок были изучены гранулометрические и морфологические особенности самородного золота, характер поверхности зерен, а также химический состав и пробность.

Гранулометрический состав в обоих случаях характеризуется преобладанием мелких фракций 0,5...0,25 мм и  $\geq 0,25$  мм. Более крупное золото (1...0,5 мм) всегда обладало уплощенной формой, и высокой степенью окатанности, на поверхности единиц зачастую наблюдаются крупные царапины, каверны, а так же изгибы произвольной формы. Среди доминирующих морфологических разновидностей выделяется каплевидные, проволоковидные, губчатые и амебообразные (субрудные) формы. Поверхность обычно шероховатая, бугорчатая с микроцарапинами и кавернами, гладкие и ровные поверхности находятся в подчиненном количестве. Наиболее мелкие золотишки ( $\geq 0,25$  мм) представлены пленочками и комковато-шарообразными выделениями.

Химический состав и пробность самородного золота изучались микронзондовым анализом, согласно ранее проведенному гранулометрическому анализу.

Пробность самородного золота из россыпи Хайрюзовка соответствует диапазону от 820 до 1000 ‰ ( $n = 209$ ). Распределение пробности в выборке достаточно равномерное с пиками значений в 980 и 1000 ‰. Среднее содержания ртути находится на уровне 1...3 мас.%. Доля высоко ртутистого золота с содержаниями 10...16 мас.% не велика и не превышает 0,5 % от общей выборки. Примеси меди не превышают пределы обнаружения, в единичных случаях проявлены содержания, не превышающие 1,37 мас.%. Самородное золота россыпи Каменка-Барабановская отвечает интервалу пробности от 880 до 1000 ‰ ( $n = 154$ ), распределение пробности в выборке достаточно равномерное, и не обладает выраженными максимумами и разрывами. Содержание ртути в самородном золоте в целом по россыпи находится на уровне 1 мас.%, хотя в единичных зернах ее концентрация достигает 6,5 мас.%. Примесь меди в преобладающем количестве зерен ниже предела обнаружения, лишь в единичных зернах доходит до 0,4...0,7 мас.%. На основании изучения химического состава полученное золото можно разделить на 3 группы: высокопробное золото, серебристое золото и ртутистое золото, с явным преобладанием высокопробного. Особенностью ртутистого золота является низкая степень окатанности, преобладание амебообразных (субрудных) форм выделения, а также приуроченность к гранулометрическому интервалу  $\geq 0,25$  мм.

Принимая к сведению пространственную близость, а также отличительные черты высоко ртутистого самородного золота россыпей Хайрюзовка, Каменка-Барабановская и Новолушниковского месторождения, можно предполагать, что одним из источников питания россыпи являются эродирующие слепые рудные зоны Новолушниковского месторождения. Изучение россыпных месторождений является немало важным, за счет полученной информации можно прогнозировать коренные месторождения в районе исследования.

### Литература

1. Геологическое строение и полезные ископаемые Западной Сибири. Т. 1. Геологическое строение / МПР РФ. ОАО «Новосибирскгеология», РАН СО ОИГГМ. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 1999. – 228 с.
2. Неволько П.А., Фоминых П.А. Опыт-методическая газортутная съемка на Новолушниковском золоторудном месторождении (Салаирский кряж) // Разведка и охрана недр. – 2017. – № 6. – С. 17–20.
3. Росляков Н.А., Щербаков Ю.Г., Алабин Л.В., Нестеренко Г.В., Калинин Ю.А., Рослякова Н.В., Васильев И.П., Неволько А.И., Осинцев С.Р. Минерогения зоны сочленения Салаира и Колывань-Томской складчатой зоны / Новосибирск: издательство СО РАН, филиал «Гео», 2001. – 243 с.
4. Рослякова Н.В., Бортникова С.Б., Радостева Н.Е. и др. Геохимические индикаторы при поисках и прогнозной оценке золотого оруденения // Геохимические поиски по первичным ореолам. Новосибирск: Наука, 1983. – С. 57–63.

**ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РАЗНОВИДНОСТИ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ  
НОЙОН-ТОЛОГОЙ**

**Т.Г. Цыренов**

Научный руководитель доцент Е.Е. Барабашева  
*Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия*

Нойон-Тологойское полиметаллическое месторождение расположено в северной части Кличкинского рудного узла, в северо-западной оконечности Западно-Урулунгуевской впадины. Месторождение было открыто экспедицией № 324 «Сосновгеология» в ходе поисково-оценочных работ 1989–1994 гг. По запасам Нойон-Тологойское месторождение относится к числу крупных. Балансовые запасы составляют соответственно: по свинцу – 920 тыс. т, по цинку – 1090 тыс. т, по серебру – 4 тыс. т.

В целом месторождение Нойон-Тологой (общая площадь 10 км<sup>2</sup>) относится к среднетемпературному гидротермальному типу, сформировавшемуся метасоматическим путем в породах осадочно-вулканогенной депрессионной структуры на этапе позднемезозойской тектоно-магматической активизации.

В геологическом строении месторождения принимают участие осадочные отложения болбойской (J<sub>3</sub>bl) и верхнегазимуурской (J<sub>2</sub>vg) свит, вулканогенно-осадочные отложения залгатуйской свиты (J<sub>2-3</sub>zg) мулинской серии, а также интрузии средне-верхнеюрского акатуевского комплекса, наиболее крупным из которых, является лакколлит сиенит-порфира. Его мощность достигает 200 м, протяженностью около 1200 м. Минеральный состав сиенит-порфиров представлен калиевыми полевыми шпатами (ортоклаз) 40...50 %, плагиоклазами (олигоклаз, альбит, андезин) – 15...25 %, кварцем – 15...20 %, роговой обманкой и биотитом – 10...15 %.

Рудоносности месторождения способствуют благоприятные литолого-структурные факторы, а именно гетерогенность отложений. Однако определяющей является роль разрывной тектоники.

В зависимости от морфологии вмещающих тектонических элементов, рудоносные зоны и залежи имеют пластообразную, штоверкообразную или жильную форму.

В литологическом отношении основное оруденение развивается в эффузивах базальтового ряда, в меньшей степени оно связано с метасоматитами и терригенными осадками обрамления вулканогенной впадины, а также сиенит-порфирами присутствующего здесь же лакколита.

Таким образом, можно выделить три генетические ассоциации полиметаллических руд месторождения Нойон-Тологой. В первой ассоциации рудных метасоматитов наиболее распространены следующие виды: а) слюдисто-кварц-сульфидные, б) карбонат-кварцевые, в) хлоритовые, г) хлорит-карбонатные, д) смешанные. В рудах преобладают колчеданы (пирит, марказит, арсенопирит, галенит и сфалерит, а также кварц, слюды, карбонаты, хлориты и реликтовые породообразующие минералы). Метасоматиты наиболее интенсивно проявлены в базальтах, андезито-базальтах, трахибазальтах покровной фации, а также кварцевых сиенит-порфирах. В осадочной толще интенсивность метасоматоза резко уменьшается и проявляется только в пределах тектонически ослабленных зон. Условия локализации руд свидетельствуют об общем периоде их формирования с выделением единой колчеданно-полиметаллической рудной формации.

Вторая ассоциация интрузивных образований, прорывающих стратифицированные отложения, представлена мелкими силлами, дайками и штоками сиенит-порфиров акатуйского комплекса (J<sub>2-3</sub> α). Наиболее крупное субвулканическое тело сложено крупнопорфировыми разновидностями сиенит-порфиров и кварцевых сиенит-порфиров. В разрезе оно имеет форму лакколита мощностью до 200 м и протяженностью до 1600 м. Корневая часть тела в виде мощной (до 40 м) дайки прослежена буровыми скважинами до глубины 440 м. Вмещающие породы подвергнуты интенсивному контактовому метаморфизму. В районе месторождения отмечается тесная пространственная приуроченность золото-полиметаллического оруденения к выходам интрузий акатуевского комплекса.

Третья ассоциация осадочно-вулканогенных образований залгатуйской свиты (J<sub>2</sub>zl). Эта сложно построенная толща представлена чередованием многочисленных потоков андезито-дацитов, андезитов, андезито-базальтов и базальтов, перемежающихся с горизонтами лавобрекчий, туфолов и маломощными прослоями туфов, алевролитов, песчаников и конгломератов. Доминируют в составе эффузивной толщи андезито-базальты массивной и миндалекаменной текстур, для которых характерен порфировый облик. Установленная мощность эффузивной толщи превышает 600 м. Рудоносной структурой участка является минерализованная трещинная зона, представленная, в основном, андезито-базальтами, которые в пределах рудоносной зоны в разной степени пропилитизированы, березитизированы, аргиллизированы и пронизаны кварц-карбонат-сульфидными прожилками и жилами мощностью до 0,3...0,4 м. Последние содержат рассеянную вкрапленность и скопления сульфидов полиметаллов в виде вкрапленников, гнезд, миндалин. Крупные скопления рудных минералов приурочены к кварцевым обособлениям и прожилкам. Вмещающие породы руд на 35 % состоят из березитизированных андезито-базальтов, на 20 % – из пропилитизированных, основная масса руд (45 %) приходится на промежуточную разность – пропилито-березиты. Характерные текстуры руды – вкрапленная, прожилково-вкрапленная, прожилковая, а также унаследованная порфировая и унаследованная миндалекаменная. Редко встречается каемчатая (гематита по сфалериту) и петельчатая (галенита в сфалерите) микротекстуры замещения.

Наиболее значительные концентрации руд в пределах месторождения заметно тяготеют к контактам различных пород (конгломератов с базальтами, кварцевых, кварцевых сиенит-порфиров с базальтами и др.).

Таким образом, несмотря на единую полиметаллическую формационную зону Нойон-Тологойского месторождения, в ней выделяются различные генетические ассоциации, несущие отличные друг от друга рудосодержащие комплексы. Для выяснения их взаимоотношений необходимо построение генетической модели, которая базируется не только на эмпирических закономерностях, но и на современных научных представлениях по

проблемам рудогенеза. Она может служить средством для выявления новых закономерностей или для уточнения известных и поэтому обладает предсказательными возможностями.

Зачастую на территории одного и того же рудного поля могут располагаться как объекты чисто магматического, гидротермального генезиса, так и порфировой группы, привязанные к различным временным этапам. При этом возникает необходимость разграничения сингенетических и эпигенетических циклично связанных процессов, в комплексе приводящих к рудогенезу. Для этого необходим комплексный подход с рассмотрением космических, тектоно-магматических, биогеохимических факторов рудогенеза, конкурируемости и цикличности процессов осаждения и новой мобилизации рудного вещества в ходе рудогенеза.

Наиболее перспективными в целях поисков и разведки новых месторождений считаются именно комплексные геолого-генетические модели, включающие в себя весь спектр влияющих на рудогенез факторов.

#### Литература

1. Абрамов Б.Н. Нойон-Тологойское полиметаллическое месторождение: петрогеохимические особенности состава пород и руд, условия формирования (Восточное Забайкалье) // Геология и геофизика. – Новосибирск, 2017. – № 2. – С. 215–230.

### МЕТАСОМАТИТЫ РУДНОЙ ЗОНЫ «ЭММИ» ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ «СВЕТЛОЕ» (ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ)

М.В. Юркова

Научный руководитель доцент Л.А. Краснощекова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Золоторудное месторождение «Светлое» находится в Охотском районе Хабаровского края в 180 км на юго-запад от районного центра п. Охотск.

Месторождение расположено в Ульинском прогибе Охотской ветви Охотско-Чукотского вулканического пояса, выполненном вулканитами среднего и умеренно-кислого состава мелового возраста. Пространственное положение рудных залежей в пределах месторождения контролируется многофациальным массивом вторичных кварцитов, преимущественно существенно кварцевыми их разновидностями.

Участок «Эмми» сложен андезитами и туфами андезитов хетанинской свиты (*K<sub>2</sub>ht*), на западе участка фиксируется прорыв субвулканического тела дацитов урацкого комплекса. Изучаемые породы интенсивно изменены с образованием комплекса метасоматитов, развивающимся по андезитам и их туфам и субвулканическим дацитам вдоль эндоконтакта субинтрузии.

Состав метасоматитов на участке характеризуется резким преобладанием метасоматитов кварц-диккит-каолиновых и аргиллизитов кварц-гидрослюдистых с иллитом, пирофиллитом, пиритом. Меньшим развитием пользуются монокварциты и весьма незначительно встречаются кварц-алунитовые и кварц-диккитовые разновидности, что обусловлено развитием на участке материнских пород преимущественно андезитового состава. Пропилиты развиты ограниченно в краевых частях поля кварцитов, подстилая массив. Оруденение на участке приурочено, преимущественно, к залежам монокварцитов и метасоматитам кварц-диккит-каолинового состава.

В результате активного проникновения метеорных вод в зону развития пористых оруденелых кварцитов происходило интенсивное выщелачивание в них первичных сульфидов, их замещение гипергенными минералами, массовое высвобождение ультрадисперсного золота, его перенос и переотложение.

Эндогенная рудная минерализация на участке представлена видимым золотом, теллуридами, минералами висмута, пиритом, халькопиритом и другими сульфидами меди в криптокристаллическом до мелкозернистого и прожилковом кварце, развивающемся в монокварцитах и кварц-диккит-каолиновых метасоматитах.

На рудном участке «Эмми» выделяется два природных типа руд – окисленные и первичные.

Окисленные руды выделяются визуально при документации керна скважин, они интенсивно лимонитизированы, первичные сульфиды замещены гидроксидами и сульфатами железа (по пириту), содержат глинистые минералы, руды окрашены в ржаво-коричневые, кирпично-красные оттенки. Золото в рудах, преобладающего микронного и субмикронного размера, распределено неравномерно или весьма неравномерно. К числу основных признаков золотоносности относятся: пористость, брекчированность, вторичное окварцевание и лимонитизация руд.

Первичные руды участка «Эмми» представлены преимущественно диккит-каолиновыми, диккит-кварц-каолиновыми аргиллизитами, реже – массивными и пористыми монокварцитами, алунит-кварцевыми, диккит-алунит-кварцевыми метасоматитами по туфам и кластолавам андезитов (рис. 1.). Наиболее распространенными являются брекчиевидные текстуры с неравномернозернистой кристаллобластовой (гранобластовой, нематобластовой) структурой. Монокварциты представлены колломорфно-полосчатым кварцем с тонкими прожилками барита, серицита и сульфидов. Широко развиты брекчиевидные, кавернозные и пористые текстуры монокварцитов.

В метасоматически измененных породах преобладают кварц и глинистые минералы. Кварц представлен несколькими генерациями. Наиболее распространен криптозернистый и микрозернистый (первые мкм) кварц с неправильной, изометричной формой зерен (рис. 2, а). Менее распространен прозрачный среднезернистый (от 0,5 до 1,5 мм) кварц также изометричной формы, который образует небольшие линзы и прожилки (рис. 2, б).

Глинистые минералы представлены каолинитом (или диккитом) и гидрослюдами, нередко образующими агрегаты радиально-лучистого строения.

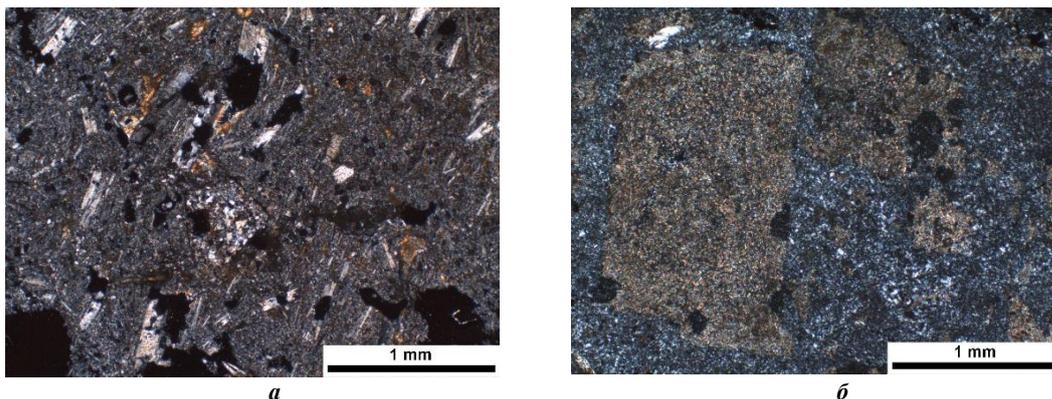


Рис. 1 Каолинит-диккитовые (а) и иллит-пиритовые метасоматиты (с анализатором)

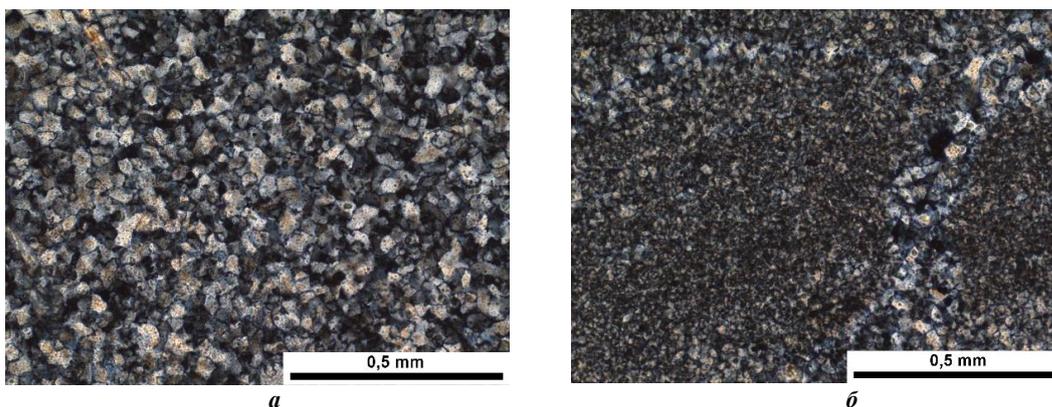


Рис. 2 Фотографии шлифов образцов пород: (а) – монокварцит с микрозернистым кварцев и сульфидами (с анализатором); (б) – монокварцит прожилковатой текстуры

Гидротермально и метасоматически изменённые образования, представленные вторичными кварцитами, аргиллизитами и пропилитами, сформировались на месторождении в постмагматическую прерудную стадию и развиты повсеместно на всей площади участка. Пропилиты развиты ограниченно в краевых частях поля кварцитов, подстилая массив. Чаще всего отмечаются пропилитизированные исходные породы андезитового состава с характерной зеленоватой окраской и интенсивным развитием жилок и прожилков, сложенных тонкодисперсным эпидотом (рис. 3).

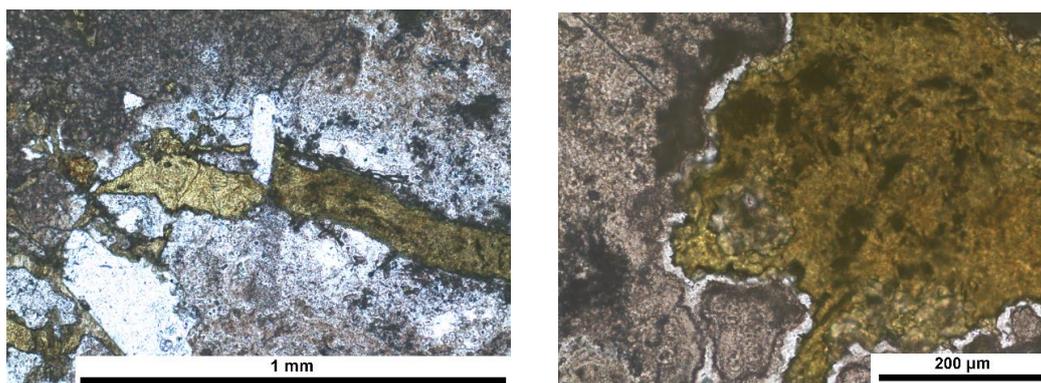


Рис. 3 Развитие тонкозернистого агрегата эпидота в андезитах (без анализатора)

В настоящий момент изучение особенностей минерального состава и рудных компонентов, входящих в состав рудного участка «Эмми», позволяет привести только первые предварительные полученные данные. Для установления метасоматической зональности и приуроченности к ней тех или иных рудных элементов планируется проведение более детальных исследований вещественного состава пород.

#### Литература

1. Мишин Л.Ф. Гидротермально измененные породы и Au-Ag минерализация месторождения "Светлый" (Охотско-Чукотский вулканогенный пояс) // Прогноз, поиски, оценка рудных и нерудных месторождений – достижения и перспективы: Сб. статей. – Москва, 2008. – С. 135–136.

## Секция 4

# ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

### ЮБИЛЕЙ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ НЕФТИ И НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ

Н.П. Запивалов

*Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,  
г. Новосибирск, Россия*

*«Древний нефтяной Азербайджан –  
ориентир и пример для сибиряков»  
Н.П. Запивалов, К.А. Шпильман,  
«Будет Сибирское Баку»,  
г. Новосибирск, 1963 г.*

*«Сибирь – это величайшее богатство России и залог ее  
благополучия. Мы еще поверхностно знаем, что она в себе  
таит. С годами будет выявлено очень и очень многое. Поэтому  
мы должны думать, как нам лучше все это выявить и сберечь».  
С.Н. Перих, 1984 г.*

*Декабрь 1947 г. и январь 1948 г.* фактически явились началом планомерных нефтепоисковых работ в Западной Сибири, которые ознаменовали *открытие XX века*. Среди нефтяных юбилейных дат этот юбилей можно считать самым значимым. Этому юбилейному событию автор посвящает свой небольшой очерк, составленный на основе документальных данных, личных архивов и воспоминаний. Этот очерк является дополнением к большому числу разнообразных публикаций и материалов.

#### *Азербайджан: древнейшая нефть планеты*

Еще до нашей эры нефть получали в местах естественного выхода и в небольших «закопашках». Использовали ее для разных целей, включая и лечебные процедуры. В небольших объемах нефть вывозили в Иран, Ирак, Индию и другие страны.

Затем была эпоха колодезной добычи нефти. В начале XVI века в окрестностях Баку было около 500 неглубоких колодцев, из которых добывали черную и белую нефть.

Принципиально важным моментом было бурение скважины механическим способом в 1871 году. Это одна из самых первых скважин на планете. Она была пробурена в Балаханах и давала 70 баррелей (10 тонн) нефти в сутки. Потом были другие исторические вехи и этапы развития этой благодатной нефтяной земли.

Активную нефтяную деятельность вели братья Нобель, которым принадлежали многие промыслы, заводы и суда. Очень хорошо описана история Азербайджанской нефти в книге М.Ф. Мир-Бабаева «Краткая история азербайджанской нефти». Именно здесь работали и творили профессионалы – движители нефтяного прогресса. Их имена – на скрижалях мировой истории.

В 1967 году произошел аварийный газонефтяной выброс на Рудрасагаре (Индия, штат Ассам). К опасной работе на скважине по укрощению аварийного фонтана были привлечены специалисты из Азербайджана – К.В. Ткаченко и Г.А. Алибеков (рис. 1) [4].



*Рис. 1 К.В. Ткаченко и Г.А. Алибеков*

В СССР и в современной России Баку был и навсегда остался первым ориентиром. Второе Баку обозначилось в СССР на землях Урало-Поволжья. Третье Баку – это Западная Сибирь. С самого начала освоения Западной Сибири работа шла под девизом «Будет Сибирское Баку» [3].

#### *Путь к большой нефти Западной Сибири*

Путь к большой нефти Западной Сибири был долог и тернист. Первый довоенный этап характеризовался острыми столкновениями научных позиций и концепций, противоречивых в территориальном и стратиграфическом отношениях (И.М. Губкин, В.М. Сеньюков, Н.С. Шатский, М.А. Усов, Г.Е. Рябухин; 1932-1936 гг.) и в картировании

## СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

по заявкам местных жителей отдельных поверхностных проявлений нефти в районах рек Белая, Большой и Малый Юган (Р.Ф. Гуголь, В.Г. Васильев и другие профессиональные исследователи; 1935-1938 гг.).

Лишь после войны был сделан ошеломляюще эффективный рывок на этом пути.

Поворотным пунктом стали события 1947-1948 годов – создание геофизического треста «Союзсиб-геофизтрест» и нефтеразведочной экспедиции-треста «Запсибнефтегеология» в г. Новосибирске [5, 6].

Новосибирские геологоразведчики первыми начинали штурм непроходимых болот и снегов Западной Сибири в соответствии с государственными планами геофизических работ и бурения опорных скважин. Именно результаты этих работ были определяющими для точного прогноза нефтегазоносности.

Новосибирск по праву может гордиться своей причастностью к открытию века.

Вспомним исторические факты. В декабре 1947 года по решению правительства и в соответствии с приказом министра геологии СССР в Новосибирске был создан специализированный союзный сибирский геофизический трест «Союзсибгеофизтрест», а в январе 1948 года организована Центральная Западно-Сибирская нефтеразведочная экспедиция «Запсибнефтегеология» с целью поисков нефти на территории всей Западной Сибири и Красноярского края [5, 6].

Первым руководителем геофизического треста был Н.Г. Рожок, а первым начальником «Запсибнефтегеологии» – фронтовик В.М. Рябов (рис. 2, 3).



Рис. 2 Н.Г. Рожок



Рис. 3 В.М. Рябов

Уже в 1950 году Центральная Западно-Сибирская нефтеразведочная экспедиция была реорганизована в Государственный союзный Западно-Сибирский трест «Запсибнефтегеология», в состав которого входили Тюменская, Минусинская экспедиции, большое количество партий и отрядов.

Именно эти два треста в Новосибирске – геофизический и геологический – как два крыла у птицы, определили мощный взлет Западно-Сибирского нефтегазового комплекса. Позднее оба эти предприятия были объединены в одно геологическое управление.

В октябре 1952 года из состава треста «Запсибнефтегеология» на базе Тюменской экспедиции был выделен самостоятельный трест «Тюменьнефтегеология» [3], осуществлявший работы в северном и западном районах Тюменской области. Березовский газовый фонтан был получен тюменцами в сентябре 1953 года, буровой станок был подготовлен новосибирскими специалистами. Точку под бурение персонально определил на местности главный геолог «Запсибнефтегеологии» Иван Петрович Карасев. Эта опорная скважина была начата бурением 29 сентября 1952 года и в 1953 г. дала первый в Западной Сибири газовый фонтан [3, 4]. Это стало «точкой отсчета».

Значение Березовского газового фонтана в 1953 г. в одной из первых опорных скважин трудно переоценить. Как вспоминал министр нефтяной промышленности СССР Николай Константинович Байбаков: «Газ Березово поставил последнюю точку в спорах ученых о перспективности Западной Сибири. Даже, пожалуй, восклицательный знак!».

Территория Тюменской области, охватывающая районы Широкого Приобья, оставалась у Новосибирского треста, и он стал наращивать там объемы геофизических и буровых работ. К моменту передачи этих районов Тюменскому геолого-управлению – август 1959 года – здесь функционировали уже три нефтеразведки глубокого бурения: Сургутская, Нижневартовская и Охте-урьевская. Одной из них руководил Ф.К. Салманов (рис. 4).



Рис. 4 Фарман Курбан оглы Салманов, геолог, выращенный на древней нефтяной закваске Азербайджана, первооткрыватель нефти в Сибири

Знаменитая Мегионская скважина – первооткрывательница большой нефти в Приобье – была начата строительством в 1958 году. Точка под бурение была выдана на местности 8 сентября 1958 года новосибирцами – старшим геологом Н. Д. Семеновым и топографом И. И. Гребенщиковым.

Осенью 1960 года в Тюмени проходило совещание, на котором обсуждались направления, объекты и объёмы поисково-разведочных работ в Западной Сибири на 1961 год и ближайшую перспективу.

Ю.Г. Эрвье и Л.И. Ровнин обозначили, что все силы будут сконцентрированы в Берёзовском газоносном районе, чтобы увеличить там запасы и создать надёжную базу для газоснабжения крупных промышленных центров Урала. Одновременно планировалось увеличить объёмы работ в Шаимском нефтеносном районе.

Такая концентрация работ в западной Приуральской части Западной Сибири предусматривала свертывание нефтепоисковых работ в Широком Приобье. Видимо, Москва считала неправильным распыление средств на огромной территории по многим объектам. Возможно, в этом просматривался «хозяйственный подход», но он противоречил главному геологическому принципу – успех в нефтепоисковых работах *обеспечивается широким поиском*.

Большинство участников совещания поддерживало, казалось бы, очевидные планы. И только два человека были против: Н.Н. Ростовцев и Ф.К. Салманов (рис. 5, 6).



Рис. 5 Н.Н. Ростовцев

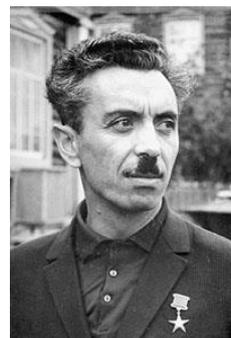


Рис. 6 Ф.К. Салманов

Очень образно описал этот эпизод Ф. К. Салманов в своей книге «Сибирь – судьба моя» [7]: «Я просил увеличить объёмы бурения в нашем районе, уверял, что в самое ближайшее время мы получим промышленный приток нефти. Завязался острый спор. В конце совещания выступил авторитетнейший специалист Н.Н. Ростовцев. Ростовцев решительно поддержал нас и заметил, что сургутские геологи правы в своих прогнозах. Тем не менее в решении этого совещания Сургутская экспедиция была «забыта». Это означало сокращение объёмов бурения и геофизических работ...»

Но не успели высохнуть чернила, как 20 марта 1961 г. был получен знаменитый Мегионский фонтан. Салманов отправил в Тюмень телеграмму на азербайджанском языке: «Вам это понятно, да?!». Утром 21 марта 1961 г. диктор из Москвы в «Последних известиях» объявил: «В центре Западно-Сибирской низменности, недалеко от села Нижневартовск, с глубины более двух тысяч метров впервые получен фонтан нефти дебитом 200 тонн в сутки». Весь мир узнал об открытии Большой нефти Сибири.

В Томской области в 1962 г. был получен мощный фонтан нефти дебитом 491 м<sup>3</sup>/сут. из меловых отложений на Соснинской площади – Советское месторождение. Разведочные работы, проведенные новосибирцами, показали, что это самое крупное месторождение в Томской области.

В 1968 г. из состава Новосибирского территориального геологического управления было выделено Томское геологическое управление.

На всех этапах этих порою бурных и драматических событий новосибирская старейшая нефтеразведочная организация, как настоящая мать, не жадничала. В Тюменской, Томской областях и Красноярском крае оставались лучшие кадры, техника, транспортные средства, вся созданная производственная и социальная инфраструктура, накопленная геолого-геофизическая информация. Ни одного гвоздя не трогали новосибирцы и не наживали себе капитала.

Подчеркну еще раз, что все эпизоды отпочкования и организации нефтеразведочных предприятий в других областях и районах осуществлялись за счет уже существовавших там новосибирских нефтеразведок, экспедиций, трестов. Именно в новосибирских предприятиях и организациях прошли школу многие тысячи специалистов, которые в скором времени стали выдающимися учеными, исследователями и организаторами Западно-Сибирского нефтегазового комплекса. Среди них Ф.К. Салманов, В.Т. Подшибийкин, И.А. Иванов и многие, многие другие славные имена. Ими по праву гордится и Новосибирск.

С 1980 г. Новосибирское территориальное геологическое управление стало называться геологическим объединением «ПГО Новосибирскгеология». В 1983 г. «Новосибирскгеология» проводила различные виды работ на территории двух краев (Красноярского и Алтайского) и семи областей: Новосибирской, Омской, Курганской, Тюменской, Томской, Кемеровской и Кокчетавской, а также в Белоруссии и в других районах Советского Союза. Полевые работы в тот год проводились на 130 объектах. Многие специалисты работали за рубежом (Индия, Куба, Афганистан, Пакистан и другие страны) [5, 6].

В эти же годы новосибирцам было поручено организовать и провести поисково-разведочные работы на нефть в Игарском районе Красноярского края. Этот район также относится к Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. В тяжелых условиях арктического Заполярья в короткий срок была организована экспедиция и открыт ряд

## СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

нефтяных месторождений (Лодочное, Тагульское, Ванкорское), составляющих сегодня крупный нефтяной резерв Красноярского края.

Все годы был тесный творческий контакт специалистов «Новосибирскгеологии» с учеными Института геологии и геофизики СО РАН, СНИИГГиМСа, ЗапСибНИГНИ и другими научными подразделениями Сибири, Москвы, Ленинграда. Да и в самом объединении «Новосибирскгеология» были замечательные научные кадры, насчитывающие 20 кандидатов и докторов наук. По научным и производственным вопросам этот коллектив имел свою фирменную точку зрения и достойно ее отстаивал.

Собственноручно новосибирскими нефтеразведчиками было открыто 48 месторождений. Из них в Томской области – 26, в Новосибирской – 9, Тюменской – 7, Омской – 4, Красноярском крае – 3 с большим объемом извлекаемых промышленных запасов нефти и газа.

Следует особо отметить, что все минеральные ресурсы, которыми владеет Новосибирская область, открыты и разведаны нашими геологами. Вы пьете карачинскую минеральную воду – это геологи; вы принимаете радоновую ванну в Засельцовском санатории – это тоже геологи. Коксующийся уголь, торф, мрамор, золото, металлы, цементное и кирпичное сырье, пресная вода, агросырье, строительные материалы и, конечно, своя верх-тарская нефть – всему дали геологи начало.

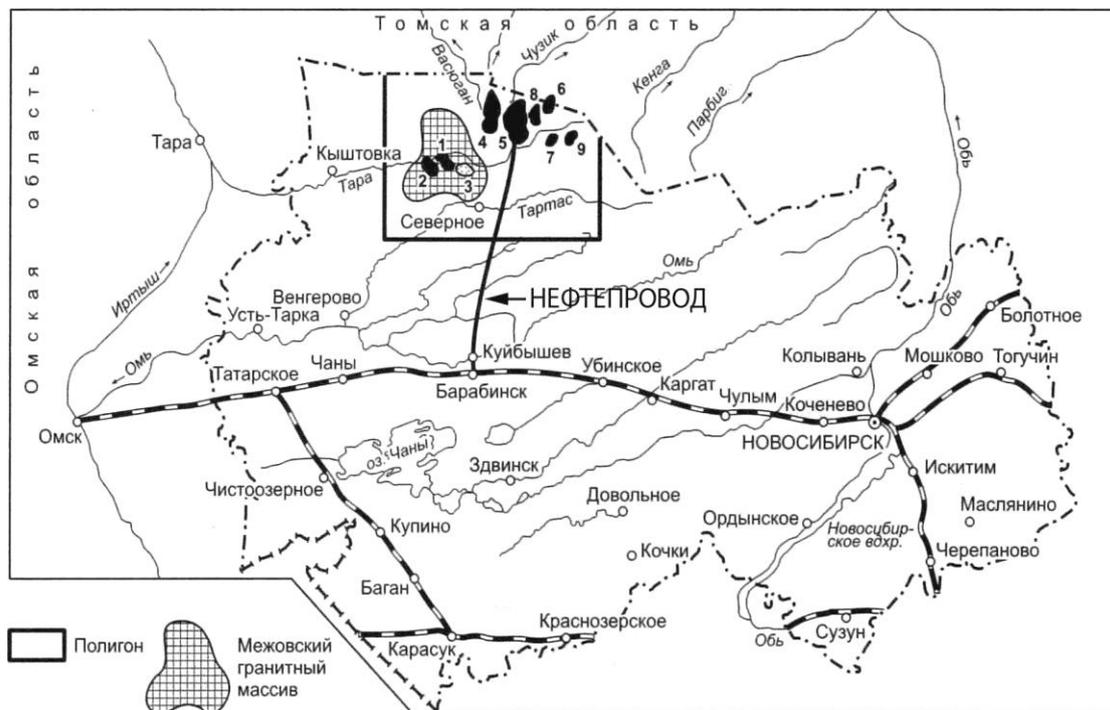
В «Новосибирскгеологии» работали прекрасные специалисты: В.К. Архипов, В.С. Баженов, В.И. Белов, Ю.Н. Вараксин, В.Ф. Гаврилов, Е.М. Зубарев, И.Н. Кочнев, А.И. Кретов, П.А. Кукин, В.А. Минько, Ю.К. Миронов, М.С. Михантьева, К.В. Наричина, И.И. Плуман, М.Н. Птицина, С.П. Репин, А.А. Розин, З.Я. Сердюк, Г.М. Тауец, С.И. Чернов и еще многие замечательные геологи, геофизики, буровики и нефтеразведчики. Многих уже нет среди нас.

Хочется вспомнить о том, что руководители Новосибирской области: первые секретари Новосибирского обкома КПСС Федор Степанович Горячев, Александр Павлович Филатов, председатель Новосибирского облисполкома Владимир Анатольевич Боков, председатель Новосибирского горисполкома Иван Павлович Севастьянов – уделяли огромное внимание геологии. Их поддержка и помощь неизменно были эффективными.

Крупнейшая в мире Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция была открыта благодаря самоотверженному героическому труду первопроходцев: ученых, геологов, геофизиков, партийных и советских работников, а главное – непокорных дерзающих людей всех республик СССР.

### **Самая южная нефть – в Новосибирской области**

В Северном районе открыто 9 нефтегазовых месторождений (рис. 7). Верх-Тарское и Малоичское месторождения уже дали более 12 млн т высококачественной нефти.



**Рис. 7** Схема расположения нефтегазовых месторождений Новосибирской области.  
**Месторождения:** 1 – Межовское; 2 – Восточно Межовское; 3 – Веселовское (газовое); 4 – Малоичское; 5 – Верх-Тарское; 6 – Ракитинское; 7 – Тай Дасское; 8 – Восточно Тарское; 9 – Восточное

Несмотря на скептицизм, новосибирские геологи открыли в 1970 г. Верх-Тарское нефтяное месторождение – самое южное в Западной Сибири [2] (рис. 8). А в 1974 г. в древних породах палеозоя на значительных глубинах (4600 м) было открыто Малоичское нефтяное месторождение. Это привлекло внимание Н.К. Байбакова и А.Н. Косыгина (1977 г.)

Официально удостоены звания «Первооткрыватель Верх-Тарского месторождения» 19 человек. В этом списке 4 геолога, 4 геофизика, 4 буровика, 4 испытателя пластов, 2 начальника и 1 ученый.



*Рис. 8 Первый Верх-Тарский фонтан. Новосибирская область, Северный район, май 1970. Слева направо: Беляев Н.В., Вараксин Ю.Н., Запывалов Н.П., Пасаженников Г.С., Харитонов В.И.*

К сожалению, в последние годы активное освоение этого нефтегазоносного региона осуществляется плохо, добыча падает. Четкой информации по этим вопросам нет. Часто меняющиеся недропользователи подорвали «здоровье» нефтенасыщенной системы Верх-Тарского месторождения методами ускоренной выработки активных запасов, превышая критический уровень добычных возможностей. Утвержденные геологические запасы Верх-Тарского месторождения выработаны только на 25-30%. Сейчас требуется инновационная щадящая реабилитация этого месторождения.

Другие открытые месторождения этого района нуждаются в доразведке, которая не проводится. «Московские хозяева» позволяют «Новосибирскнефтегазу» бурить 1-2 скважины в год. Такие темпы нефти не прибавят. Однако недалеко от Новосибирска в с. Коченево вроде бы сооружается «серьезный» нефтеперерабатывающий завод с предполагаемым использованием Верх-Тарской нефти.

Напомню, кстати, что в 1974 г. в Омской области нашими геологами было открыто Тевризское газовое месторождение с запасами газа 0,6 млрд м<sup>3</sup>. Омичи разрабатывают это месторождение уже более 15 лет, снабжая газом три района – Тевризский, Муромцевский и Тарский – по газопроводу длиной 180 км. Предприятием «Тевризнефтегаз» руководит Правительство Омской области.

Точно такое же газовое месторождение, Веселовское, открыто в Северном районе Новосибирской области, но газ и поныне остается в глубинной ловушке.

Неоднократно предлагалось создать на базе новосибирских нефтегазовых месторождений научно-исследовательский и научно-образовательный Полигон, но, увы, предложение пока не реализовано.

В г. Тюмени и других местах Тюменской области много памятных знаков в честь геологов и нефтяников. В Новосибирской области только один – в поселке Геологов, вблизи Ботанического сада (рис. 9). Он сделан из мрамора, добытого на нашем местном Петеневском месторождении в Маслянинском районе Новосибирской области. Рядом памятник ветеранам Великой Отечественной войны, сделанный из того же мрамора. Такое соседство символично.

Безусловно, Западно-Сибирскую нефтегазоносную провинцию в таком масштабе сделали в первую очередь тюменские коллеги-геологи многих национальностей и разных специальностей. «ГлавТюменьгеология» под руководством Ю.Г. Эрвье и Ф.К. Салманова насчитывала более 100 тысяч сотрудников.

Советские ученые-геологи без страха и упрёка убеждали руководство страны и скептиков в больших перспективах Западной Сибири даже в военные годы. А в первые послевоенные годы государство не скупились и полностью обеспечивало дорогие и трудные поиски всей необходимой помощью и постоянным вниманием [3].

К сожалению, не удалось успешно завершить поисково-разведочные работы на нефть и газ в Курганской области, хотя в Омске и Кургане были специальные геолого-геофизические экспедиции и партии от Новосибирского территориального геологического управления. Эти работы были начаты в 1972 г.

Основные результаты и перспективы отражены в сборнике «Геологическое строение и нефтегазоносность юга западной Сибири по новым данным» [1]. Авторами статей сборника являются сотрудники Новосибирского территориального геологического управления. В этом сборнике помещена исчерпывающая геолого-геофизическая информация с полным комплектом графических и табличных приложений.

В качестве причин неэффективности этих работ могут назвать следующие факторы:

Малый объем комплексных геолого-геофизических работ и особенно глубокого бурения, что не позволило обеспечить преодоления природных и технологических рисков (неопределенностей).



*Рис. 9 Памятник геологам-первооткрывателям в Поселке геологов (Новосибирская область)*

Недостаточная эффективность технологий и «торопливые» темпы проведения работ по испытанию (опробованию) нефтегазовых объектов (пластов) в пробуренных скважинах.

Основным заказчиком (инвестором) планируемых работ в соответствии с договором являлась лондонская компания Балтик Петролеум (Baltic Petroleum), которая существенно влияла на объем и темпы с резким ограничением ресурсов и средств.

Сегодня можно с уверенностью утверждать, что эти районы не исчерпали свой нефтегазовый потенциал.

На территории Западной Сибири размещаются: Тюменская область (включая Ханты-Мансийский автономный округ и большую часть Ямало-Ненецкого автономного округа); Томская область; Новосибирская область; Омская область; Кемеровская область; Алтайский край; Республика Алтай; Курганская область; часть Свердловской области; часть Челябинской области.

Нефть и газ обнаружены в Тюменской, Томской, Новосибирской, Омской областях (рис. 10). На прилагаемой карте месторождений Западной Сибири зеленым отмечены месторождения нефти, красным – месторождения газа. Всего в Западной Сибири открыто 859 нефтегазовых месторождений (более 2000 залежей в разных стратиграфических горизонтах). Здесь сосредоточено около 80% общероссийских разведанных запасов газа и добывается свыше 70% общероссийской нефти.

Открытие века позволило обеспечить экономическую стабильность и мощь СССР в XX веке и современной России в XXI веке.

За 70 лет открытия и освоения Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции геологи заслужили 12 званий Героя социалистического труда, 20 Орденов Ленина, 20 Ленинских премий. Особая благодарная память и слава тюменским нефтяникам «ГлавТюменьнефтегаза» под руководством Виктора Ивановича Муравленко. Среди них тоже были герои и лауреаты.

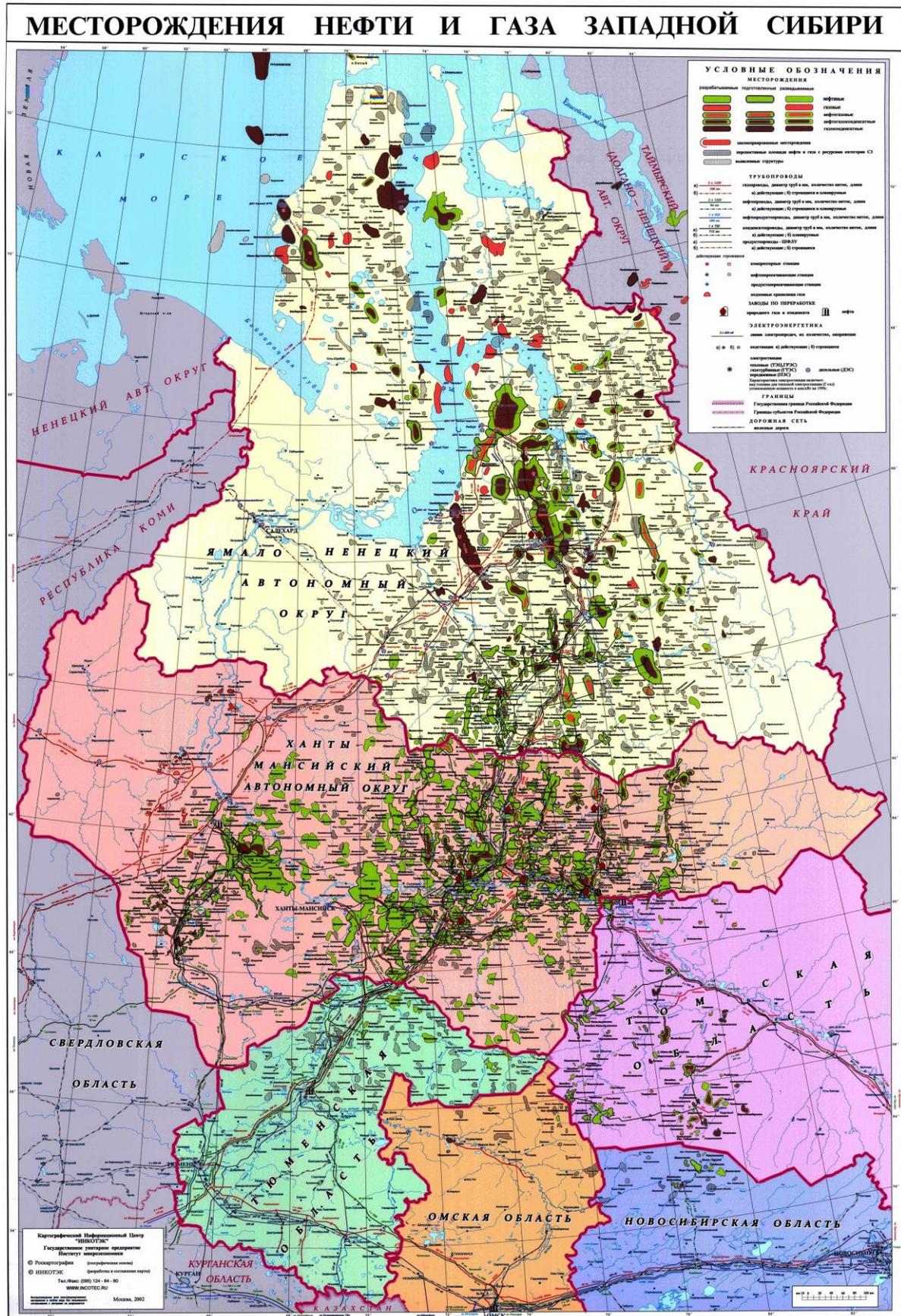
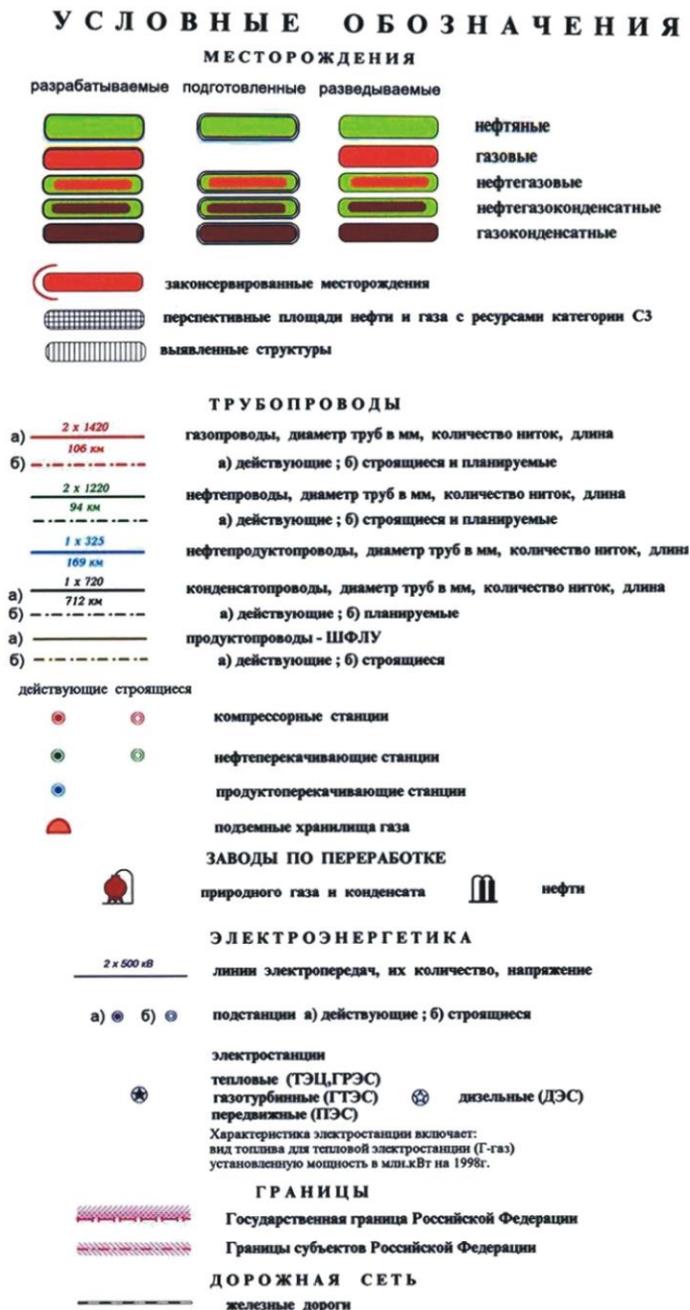


Рис. 10 Карта месторождений Западной Сибири



*О перспективах развития Западно-Сибирского нефтегазового комплекса в XXI веке*

1. Длительная сверхинтенсивная выработка активных запасов на многих (особенно крупных) месторождениях предопределила большой объем остаточной (трудноизвлекаемой) нефти в пластах. Эта остаточная нефть по объему значительно превышает уже добытую нефть, поэтому дальнейшая разработка «старейших» месторождений на основе принципиально новых инновационных технологий (Improved Oil Recovery) с применением реабилитационных циклов еще многие годы может быть эффективной и рентабельной в сибирских регионах с развитой производственной и социальной инфраструктурой и наличием профессиональных кадров. Другой Западной Сибири у нас пока нет.

2. Перспективным является поэтапное освоение Северных акваторий Западной Сибири, в основном Карского моря.

3. Большие надежды связаны с глубокими горизонтами докембрия и палеозоя. В них могут быть обнаружены высокопродуктивные очаговые зоны нефтегазоносности.

4. Баженовская сланцевая нефть может оказаться пока очень затратной.

5. Безусловно необходимо дальнейшее увеличение поисково-разведочных работ силами Росгеологии.

6. Надо иметь в виду, что геология и недропользование – это разные понятия.

7. Система недропользования в Сибири требует существенных корректив.

Литература

1. Геологическое строение и нефтегазоносность юга западной Сибири по новым данным: Тр. ЗапСибНИГНИ / Под редакцией Н.П. Запивалова. – Тюмень, 1976. – Вып. 116. – 145 с.
2. Запивалов Н.П. Всеуму дают геологи начало. – Новосибирск: Изд-во ИНГГ СО РАН, 2002. – 52 с.
3. Запивалов Н.П., Шпильман К.А. Будет Сибирское Баку. – Новосибирск: Кн. изд-во, 1963. – 53 с.
4. Запивалов Н.П., Павлов Ф.В. Индия – путь к большой нефти, 1955 – 2005. – Новосибирск: Гео, 2005. – 208 с.
5. История геологического поиска. К 50-летию открытия Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. – М.: Пента, 2003. – 288 с.
6. Нефть и газ Тюмени в документах. – Свердловск: Средне-Уральское книжное издательство, 1971. – 450 с.
7. Салманов Ф.К. Сибирь – судьба моя. – М.: Молодая гвардия, 1988. – С. 131–141.

**УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ НА ЯУНЛОРСКОМ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОМ  
МЕСТОРОЖДЕНИИ  
(ХАНТЫ-МАНСИЙСКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ – ЮГРА)**

**И.Р. Алеев**

Научный руководитель доцент М.В. Шалдыбин

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Яунлорское месторождение расположено на территории Сургутского района Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, в 56 км к северо-западу от г. Сургута. Месторождение разрабатывается НГДУ «Сургутнефть» ОАО «Сургутнефтегаз». По величине начальных извлекаемых запасов нефти Яунлорское месторождение является крупным, по количеству и свойствам подсчётных объектов – многопластовым со сложным геологическим строением.

Эффективность разработки нефтяных месторождений в первую очередь определяется состоянием призабойной зоны пласта (ПЗП), которая наиболее подвержена различным физико-химическим и термодинамическим изменениям, как в процессе вскрытия пласта, так и при эксплуатации скважин. Как правило, фильтрационные свойства пород-коллекторов в ПЗП из-за влияния технологических факторов (загрязнение фильтратом бурового раствора и жидкости глушения, выпадения асфальто-смоло-парафиновых отложений) ниже, чем в удалённой зоне пласта. Высокая послойная неоднородность по проницаемости, наличие контакта с водоносной частью залежи приводят к обводнению продукции скважин, а также к частичному или полному отключению из разработки интервалов пласта с пониженной проницаемостью. Таким образом, возникает необходимость проведения мероприятий по увеличению фильтрационных свойств пород в ПЗП, выравниванию профиля притока и приёмистости, ликвидации конусов обводнения и заколонных перетоков воды. Из-за кратковременности эффекта от воздействия на ПЗП, который редко длится более года, эти работы проводятся на протяжении всего срока разработки объектов и являются основным средством вывода скважин на оптимальный режим эксплуатации [1].

Химические мероприятия увеличения нефтеотдачи (МУН) применяются для дополнительного извлечения нефти из сильно истощенных, заводненных нефтеносных пластов с рассеянной, нерегулярной нефтенасыщенностью. Достаточно эффективным считается проведение мероприятий по выравниванию профиля приёмистости и доотмыву остаточной нефти (закачка оторочек составов на основе эмульсий, полимеров, растворов поверхностно-активных веществ – ПАВ, дисперсных наполнителей, осадкогелеобразующих составов). Поскольку дальнейшая разработка объектов месторождения сопровождается ростом обводнённости продукции добывающих скважин, роль методов МУН, целью которых является ограничение фильтрации в высокопроницаемых промытых водой интервалах пласта, выравнивание профиля приёмистости и увеличение охвата пласта воздействием и доотмыв остаточной нефти, возрастает.

Для увеличения приёмистости скважин, в зонах с пониженными коллекторскими свойствами, совместно с закачкой составов по выравниванию профиля приёмистости и фронта вытеснения дополнительно необходимо проведение ОПЗ химическими реагентами.

Для восстановления и увеличения продуктивности и приёмистости скважин предлагается применение обработки призабойной зоны (ОПЗ) химическими реагентами: с применением соляно-кислотной (СКО), глино-кислотной (ГКО) и комплексной обработки: соляно-глино-кислотной (СГКО) с применением поверхностно-активных веществ (СГКО + ПАВ), СКО + ПАВ, ГКО + ПАВ, а также перфорационных методов (КС-1, КС-2, КС-3) кумулятивными снарядами.

Учитывая растущую обводнённость продукции скважин при проведении ОПЗ, в кислотный состав необходимо обязательно добавлять неионогенные поверхностно-активные вещества (НПАВ) и 3 % уксусную кислоту, а при закачке глино-кислоты – и 3 % борную кислоту. Это позволяет удалять из ПЗП коллоидные остатки железа, принесённые туда фильтратом жидкости глушения и кислотным составом, а также переводить соли кремния в растворимые в воде соединения. Добавка ПАВ способствует диспергированию глинистых агрегатов цемента, более полному растворению асфальто-смолистых отложений, создаваемые при этом нефтекислотные эмульсии менее вязкие и стойкие. Наличие ПАВ, спиртов и ацетона в кислоте существенно снижает скорость их реакции, как с породой, так и со скважинным оборудованием.

При обработке призабойной зоны пласта в скважине более трёх раз содержание НПАВ в кислотах увеличивается до 3–5 %, а удельный объём кислотного состава – с 1,5 до 3,0 м<sup>3</sup> на метр нефтенасыщенной толщины [3].

Поверхностно-активные вещества и органические растворители при ОПЗ пластов в основном используются в виде добавок и сопутствующих реагентов при других видах воздействия на пласт. Однако, в нагнетательных

## СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

скважинах и в добывающих, где при других видах воздействия возможно образование заколонных перетоков, а также в скважинах с обводнённостью продукции более 70 %, где кислотные ОПЗ пластов являются низкоэффективными, применение растворов ПАВ и органических растворителей используются как самостоятельные методы. Применение растворов ПАВ направлено на разрушение глинистых агрегатов цемента, структурированных систем фильтрата бурового раствора и водонефтяных эмульсий, а также на снижение содержания неподвижной воды, на доотмыв остаточной нефти и частичное растворение асфальто-смолистых отложений. Растворители же, в основном, направлены на разрушение асфальтено-смолисто-парафиновых отложений и характеризуются наибольшей эффективностью в нагнетательных скважинах, где проводится закачка подтоварной воды и в добывающих скважинах с высокой обводнённостью продукции, когда в призабойной зоне пласта резко повышается интенсивность выпадения асфальтено-смолистых соединений.

Рабочая концентрация ПАВ для добывающих скважин составляет 2–3 % с объёмом закачки раствора около одного кубического метра на метр нефтенасыщенной толщины. Для нагнетательных скважин концентрация повышается и может достигать 10 % при том же объёме закачки реагента. Наиболее оптимальный объём закачки органического растворителя как в добывающих, так и в нагнетательных скважинах составляет около одного кубического метра на метр нефтенасыщенной толщины.

На поздней стадии эксплуатации скважин более эффективным является совместное применение растворов ПАВ и растворителей. В этом случае как в добывающие, так и в нагнетательные скважины первоначально закачивается углеводородный растворитель. Удельные объёмы закачки оторочек и концентрация ПАВ принимаются такими же, что и при их раздельной закачке [2].

На примере самого крупного объекта разработки – объекта АС7-8 рассмотрены основные методы увеличения нефтеотдачи на Юнлорском нефтегазоконденсатном месторождении. Результаты приведены в таблице.

*Таблица*

*Результаты оценки эффективности применения технологий МУН  
на скважинах объекта АС7-8 за период с 2012 по 2014 год*

№ п/п	Технология воздействия	Кол-во скв.-опер., ед.	Удельный объём закачки, мЗ	Средняя продолжительность эффекта, сут.	Удельная эффективность, т/скв.-опер.	Дополнительная добыча нефти, т
1	Вязко-эмульсионный состав (ВЭС)	30	122,3	368	1371,4	41142,0
3	Вязко-эмульсионный полимерный состав (ВЭПС)	1	180,0	457	1796,6	1796,6
4	Вязко-эмульсионный бесполимерный состав (ВЭБС)	1	90,0	142	183,8	183,8
5	Полимерный гелеобразующий состав (ПГС)	5	150,0	511	1204,1	6020,5
6	Поверхностно-активный полимерный гелеобразующий состав (ППГС)	1	200,0	330	688,0	688,0
7	Эмульсионно-гидрофобизирующий состав (ЭГС)	2	21,5	510	2168,6	4337,1
8	Дисперсно-гелеобразующий состав (ДГС)	1	80,0	184	386,6	386,6
9	СКО + раствор ПАВ	31	26,6	328	1134,6	35172
10	ГКО + раствор ПАВ	10	25,0	411	1357,9	13579,4
11	Раствор ПАВ	3	106,7	353	589,2	1767,5
12	Растворитель + раствор ПАВ	2	80,0	663	1340,4	2680,9
Средние значения			75,5	372	1238,6	
Суммарные значения		87				107754,5

С целью увеличения охвата пластов вытеснением и вовлечения слабодренлируемых запасов нефти в разработку в нагнетательных скважинах Юнлорского месторождения за анализируемый период (2012 – 2014 гг.) проведено 268 скважиноопераций по закачке оторочек химических реагентов с целью выравнивания профиля приёмности и фронта вытеснения. От применения МУН по окружающим добывающим скважинам дополнительная добыча нефти составила 632,5 тыс. т при текущей удельной эффективности 2360,2 т/скв.-опер. С учётом переходящего эффекта от ранее проведённых мероприятий дополнительная добыча нефти составила 896,5 тыс. т [3].

Литература

1. Бадьянов В.А., Батулин Ю.Б., Ефремов Е.П., Пономарева И.А., Праведников Н.К. / Совершенствование систем разработки нефтяных месторождений Западной Сибири // Свердловск: Ср.-Уральское кн. изд-во, 1975. – 175 с.
2. Геология и разработка крупнейших и уникальных нефтяных, нефтегазовых месторождений России. Западно-Сибирская нефтегазовая провинция / Р.М. Курамшин, В.З. Лapidус, В.П. Мангазаев, Н.Я. Медведев и др. // М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 1996. – Т. 2. – 352 с.
3. Технологический проект разработки Яунлорского нефтегазоконденсатного месторождения. Книга 1. – Тюмень, 2015. – 362 с.

**ЛИТОЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ  
КАРНАВАЛЬНОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

**А.Л. Альмендингер**

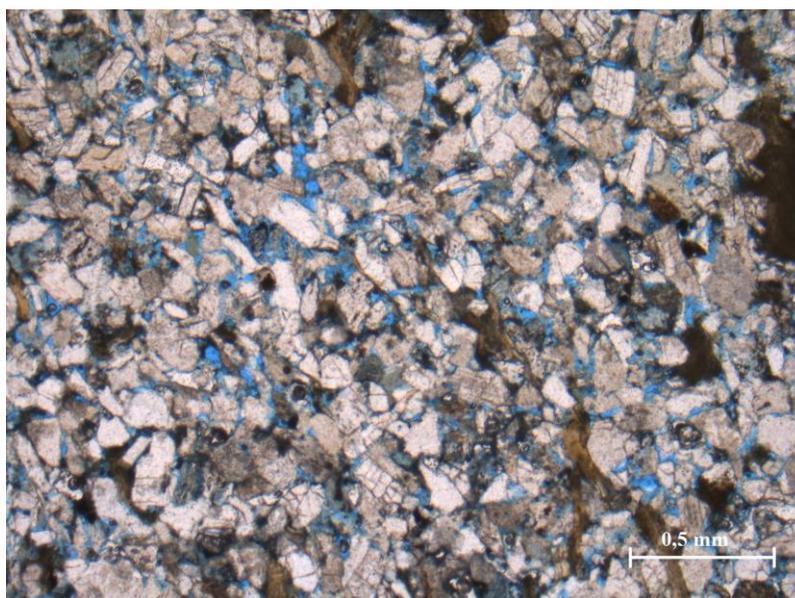
Научный руководитель доцент И.В. Вологодина

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

Нюрольская впадина – это земли действующих нефтепромыслов Томской области. Разрабатываемые залежи в основном приурочены к верхнеюрскому нефтегазоносному комплексу (НГК), запасы которого постепенно истощаются [2]. В Нюрольском нефтегазоносном районе открыт ряд месторождений нефти и газа, одно из которых является объектом нашего исследования. На Карнавальном месторождении нефтяная залежь приурочена к пласту Б10 (куломзинская свита) нижнемеловых отложений. Комплексное изучение пород куломзинской свиты является приоритетным направлением в поисках и разведке залежей углеводородов в ловушках, приуроченных к меловому (неокомскому) НГК. Добыча нефти из меловых отложений в Томской области составляет около 20 % общей добычи при небольшом количестве залежей УВ [3]. Открытие новых залежей в меловом НГК может существенно увеличить ресурсы и запасы углеводородного сырья.

Ранее меловым отложениям не уделялось должного внимания из-за сложного типа ловушек, а низкоомность продуктивных пластов неокома существенно затрудняла их идентификацию [4]. Сегодня возможности высокоточной сейсморазведки и новых методик обработки и интерпретации данных ГИС, современные методы изучения керна и шлифов позволяют получить более точные данные по меловым отложениям.

Куломзинская свита (берриас-валанжин) залегает в основании нижнемелового комплекса осадков, образованных в зонах перехода мелководного и глубоководного морского шельфа. Отложения представлены аргиллитами темно-серыми до черных, плотными, известковистыми с прослоями алевролитов мелко-крупнозернистых с глинисто-карбонатным цементом и песчаников кварц-полевошпатовых известковистых. По литологическому составу выделяются три типа пачек [2]: 1 (подачимовская) толщиной 8-20 м – трансгрессивные глины темно-серые со слабо битуминозными прослоями; 2 (ачимовская) – песчаники серые, с прослоями аргиллитоподобных глин, часто известковистые, линзообразные, мощностью до 70 м; 3 пачка (тарская) относится к кровельной части свиты, характеризуется аргиллитоподобными глинами темно-серыми горизонтально- и волнистослоистыми с редкими прослоями песчаных пластов. Толщина пачки до 200 м. Характер сейсмической записи на временных сейсморазрезах свидетельствует о том, что на Карнавальной площади неокомские отложения имеют ярко выраженное клиноформное строение [4].



*Рис. 1 Пустотно-поровое пространство в песчанике пласта Б10. Образец 2207-06. Глубина отбора 2511,22 м. Без анализатора.*

## СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Корреляция разрезов скважин Карнавалового месторождения и анализ материалов ГИС показал, что пласт Б10 получил развитие на большей части месторождения и глинизируется только в южной части.

В скважине 271 пласт Б10 вскрыт на глубине 2412-2696 м. Коэффициент кавернозности в данном пласте составляет 1,1. Нефтепроявление в пласте Б10 зафиксировано на глубинах примерно 2490 м и 2494 м в мелко-среднезернистых песчаниках. Песчаники в данном пласте характеризуются хорошей сортированностью.

Песчаники пласта Б10 в разрезе скважины 271 имеют примерно одинаковый состав и по классификации В.Д. Шутова [1] относятся к полевошпато-кварцевым грауваккам. Обломочная часть представлена зернами кварца, полевых шпатов, биотита и обломками силицитов, кварцево-сланцевых сланцев, андезитов. Цемент кальцитовый, поровый открытого и закрытого типа, также присутствует пленочный гидрослюдистый, в меньшей степени развит каолиновый поровый цемент.

Значения коэффициентов пористости и проницаемости песчаников пласта Б10 варьируют в пределах: пористость – 7,8-20,5%, проницаемость – 0,08-19,89 мкм<sup>2</sup>·10<sup>-3</sup>. Одной из задач исследований является выявление факторов, влияющих на коллекторские свойства пород. В песчаниках с наибольшими значениями коэффициента пористости (19-20,5%) размер пор составляет от 0,02 до 0,15 мм, по форме поры изометричные, щелевидные, часто сообщающиеся между собой (рис. 1).

Сортировка хорошая, до 65% зерен попадают в мелкозернистую фракцию. Большинство обломочных зерен сильно трещиноваты, что способствует процессам растворения зерен полевых шпатов и андезитов и приводит к развитию внутриверных пор. Широко развиты линейные и конформные контакты между зернами, чешуйки биотита деформированы, что свидетельствует о позднекатагенетических преобразованиях песчаников.

Формирование коллекторских свойств песчаников контролируется несколькими факторами, а именно сортировкой, вещественным составом и постседиментационными процессами. Присутствие в составе обломочной части полевых шпатов, биотита, эффузивных пород, достаточно легко поддающихся процессам замещения вторичными минералами (глинизации и хлоритизации), способствует развитию межзерновой и внутриверновой пористости, что улучшает фильтрационно-емкостные свойства песчаников.

### Литература

4. Бетхер О.В., Вологодина И.В. Осадочные породы. Систематика и классификация. Приёмы описания: Учебное пособие. – Томск: ЦНТИ, 2016. – 118 с.
5. Брехунцов А.М., Монастырев Б.В., Нестеров И.И. (мл). Закономерности размещения залежей нефти и газа Западной Сибири // Геология и геофизика, 2011. – Т. 52. – № 8. – С. 1001 – 1012.
6. Конторович В.А, Лапковский В.В., Лунев Б.В. Модель формирования неокомского клиноформного комплекса Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции с учетом изостази // Геология нефти и газа, 2014. – № 1. – С. 65–72.
7. Соловьев М.В., Калинин А.Ю. Геологическое строение и нефтеносность нижнемеловых отложений на северо-востоке Нюрольской мегавпадины // Трофимуковские чтения, 2015. – С. 175–178.

### КОМПЛЕКС ГЕОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ, ПРОВОДИМЫХ НА ТЕВЛИНСКО-РУССКИНСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ НЕФТИ ХМАО

**Д.В. Альтемиров**

Научный руководитель профессор С.К. Мустафин

*Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия*

Геолого-геохимические исследования проводятся совместно с технологическими исследованиями на скважинах различного назначения. Непосредственно геолого-геохимическими исследованиями занимается геолог партии ГТИ (геолого-технологические исследования).

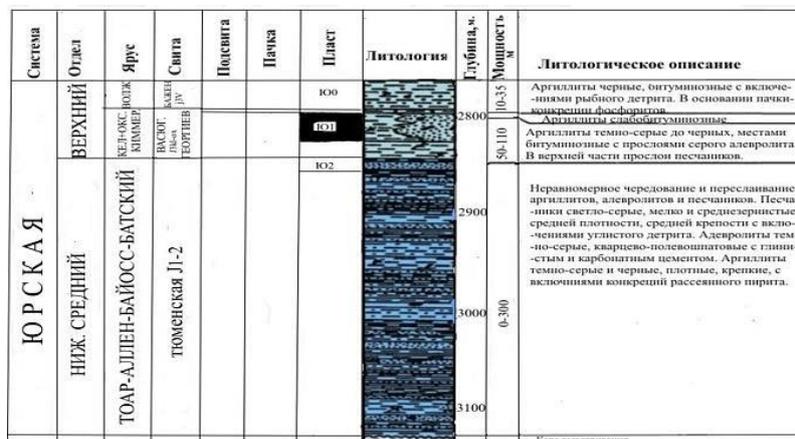


Рис. 1 Эталонно-прогнозная модель геологического разреза юрских отложений изучаемой площади

Рассмотрим методику проведения геолого-геохимических исследований на примере вскрытия продуктивного пласта ЮС1 васюганской свиты Тевлинско-Русскинского месторождения.

Литолого-стратиграфическое расчленение разреза является первым и неперенным звеном геолого-геохимических исследований. Предварительное расчленение разреза производится на основе имеющейся по изучаемой площади информации, включающей эталонно-прогнозную модель (ЭПМ), геолого-технологический наряд (ГТН) по скважине, а также при необходимости данные ГИС. Основным объектом исследования при построении геологического разреза является шлам, керн [1]. Продуктивный пласт-коллектор ЮС1 приурочен к песчаникам верхней подсвиты васюганской свиты верхнеюрских отложений (рис. 1).

При отборе бурового шлама в интервале 2942-2958 м по стволу скважины в пробе наблюдался аргиллит битуминозный, черный, плотный, средней крепости с включениями пирита. Предположительно отложения баженовской свиты (рис. 2).



Рис. 2 Фотография бурового шлама из интервала 2942-2958 м бинокулярном микроскопе (увеличение 1x20)

В интервале 2958-2964 м в исследуемой пробе бурового шлама наблюдался аргиллит темно-серый, плотный, крепкий. Присутствовали включения глауконита. Отложения георгиевской свиты. При отборе проб бурового шлама на гл. 2964м происходило увеличение процентного содержания песчаника в исследуемой пробе с 60% до 80% на гл. 2964,5м. Песчаник мелкозернистый, светло-серый до коричневатого-серого, зерна кварца слабой степени окатанности, средней плотности, средней крепости, на глинисто-карбонатном цементе контакто-порового типа. В основном песчаник разбит до отдельных зерен кварца (рис. 3).



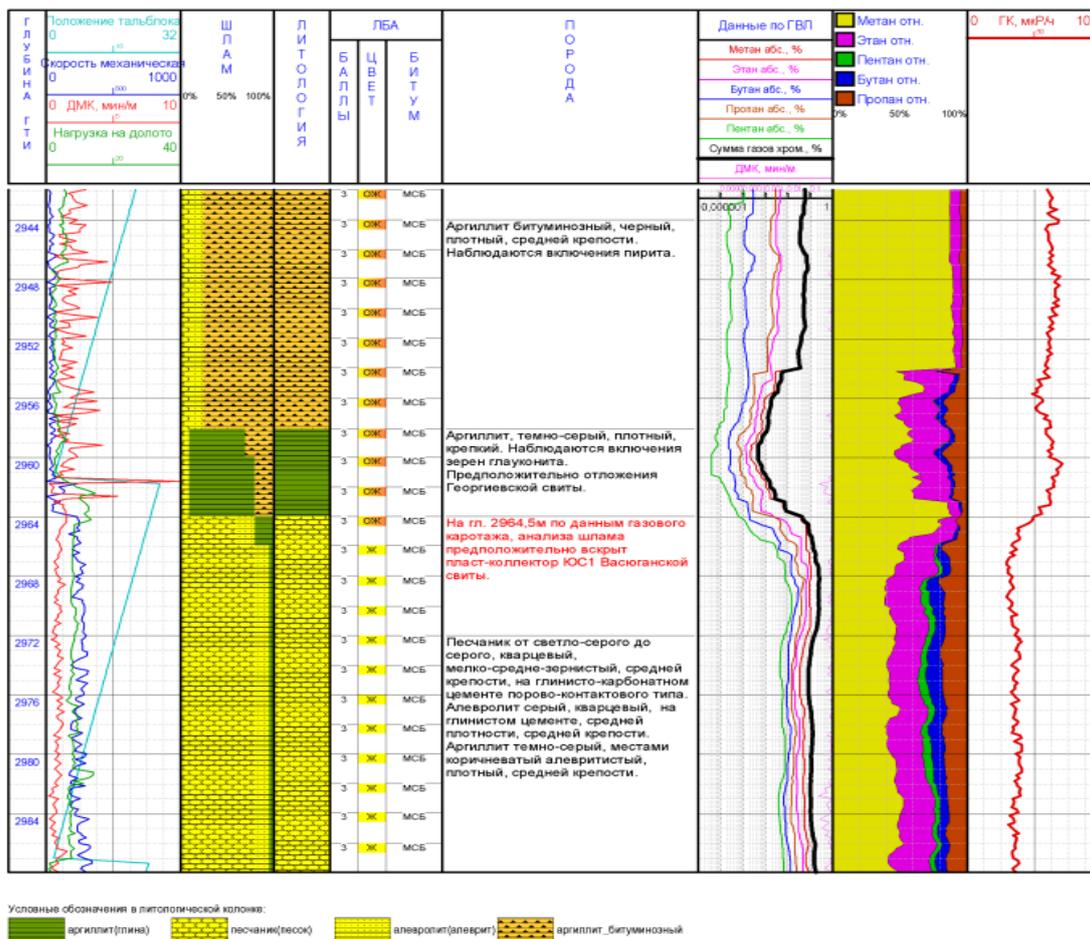
Рис. 3 Фотография бурового шлама из интервала 2958-2964 м в бинокулярном микроскопе (увеличение 1x20)

Наличие и качественный состав битумоидов в исследуемой породе проводится при помощи люминесцентно-битуминологического анализа (ЛБА). В результате проведения ЛБА в интервале 2942-2964 м цвет люминисцирующего пятна оранжево-желтый, интенсивность 3, а тип битумоида маслянисто-смолистый. Данный цвет люминисцирующего пятна является признаком вскрытия баженовской свиты. В интервале 2964-2986 м цвет пятна желтый, интенсивность 3, а тип битумоида маслянисто-смолистый (рис. 4). При проведении газового каротажа на гл. 2964,5 м происходило увеличение суммарного газосодержания исследуемой пробы газа с  $G_{\text{сум}}=0,000473\%$  до  $G_{\text{сум}}=1,237\%$  (рис. 4).

Также по данным гамма-каротажа (ГК), который проводился в процессе строительства скважины, на глубине 2964,5 м наблюдалось уменьшение гамма-активности с 13 до 5 мкр/ч (рис. 4). Гамма-каротаж основан на изучении естественной радиоактивности горных пород, слагающих геологический разрез. Наибольшие значения естественной радиоактивности наблюдаются в интервалах геологического разреза, который сложен глинами и аргиллитами, так как в них содержится радиоактивный изотоп  $^{40}\text{K}$ .

В процессе проведения геолого-геохимических исследований также проводились технологические исследования, куда входил механический каротаж. По данным механического каротажа (механическая скорость) на глубине 2964,5 м происходило увеличение механической скорости бурения с 30 м/ч до 87 м/ч, что также может говорить о вскрытии продуктивного пласта-коллектора. Увеличение механической скорости обусловлено изменением литологических разностей с разными физико-механическими свойствами.

## СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ



**Рис. 4** Результаты геолого-геохимических исследований в программе *Geodata*

В результате проведенных геолого-геохимических исследований можно сделать вывод о том, что на гл. 2964,5 м вскрыт продуктивный пласт-коллектор ЮС1 васюганской свиты Тевлинско-Русскинского месторождения.

### Литература

1. Инструкция к проведению геолого-геохимических исследований ОАО «Когалымнефтегеофизика». – Когалым, 2013.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАНАЛОВ НИЗКОГО ФИЛЬТРАЦИОННОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ В ПРОДУКТИВНЫХ ПЛАСТАХ-КОЛЛЕКТОРАХ ВАСЮГАНСКОЙ СВИТЫ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

**А.И. Бахлюстов**

Научный руководитель доцент Л.К. Кудряшова

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Применение индикаторных (трассерных) исследований позволяет многократно увеличить информативность промысловых данных о разработке исследуемых объектов и, тем самым, значительно повысить эффективность принимаемых решений по воздействию на пласт.

Для определения величины проницаемости коллекторов сложных типов, кроме стандартных лабораторных методов, необходимо использовать данные промысловых трассерных исследований.

Целью настоящей работы является определение фильтрационных параметров пластов-коллекторов для контроля над процессом разработки на основе трассерных исследований.

Согласно тектоническому районированию месторождение относится к Александро-Пудинскому поясу мегавалов и расположено в центральной части крупной структуры II порядка Средневасюганского крупного вала.

Месторождение в соответствии с принятым районированием находится в Александровском нефтегазоносном районе Васюганской нефтегазоносной области.

Промышленная нефтегазоносность в пределах месторождения выявлена в пласте Ю<sub>1</sub><sup>3-4</sup> васюганской свиты верхнего отдела юрской системы. Толщина отложений васюганской свиты – до 50-70 м.

В литологическом отношении пласт Ю<sub>1</sub><sup>3-4</sup> сложен мелкозернистыми, тонко-мелкозернистыми, буровато-светло-коричневыми песчаниками, нефтенасыщенными песчаниками, в которых отмечаются прослои песчаников карбонатных толщиной 0,17-0,68 м. Аргиллиты углистые темно-серые до черных, тонкослоистые, обогащенные УРД.

Проницаемая часть пласта Ю<sub>1</sub><sup>3-4</sup> выдержана по всей площади месторождения. По многим скважинам отмечается ухудшение фильтрационно-емкостных свойств коллекторов к подошвенной части пласта. Диапазон изменения абсолютной проницаемости пород находится в пределах от 1,2 до 55,9 мД, в среднем проницаемость составляет 39 мД.

Таким образом, можно отметить неоднородность фильтрационных и емкостных параметров песчаников пласта Ю<sub>1</sub><sup>3-4</sup>. Причем отмечается переслаивание прослоев с улучшенными и пониженными коллекторскими свойствами.

Трассерные (индикаторные) исследования позволяют установить и оценить гидродинамическую связь между нагнетательной и добывающими скважинами, между различными продуктивными горизонтами, достоверно определить объем высокопроизводительной части межскважинной зоны пласта [1, 2].

Для оценки влияния нагнетательных скважин на добывающие с определением скорости фильтрации и объема возможных техногенных и тектонических трещин на объект Ю<sub>1</sub><sup>3-4</sup> исследуемого месторождения определены семь нагнетательных скважин объекта эксплуатации Ю<sub>1</sub><sup>3-4</sup>.

Приместность нагнетательных скважин на момент закачки изменялась от 210 м<sup>3</sup>/сут до 280 м<sup>3</sup>/сут (в среднем 236 м<sup>3</sup>/сут), при давлении нагнетания от 11 МПа до 18 МПа (в среднем 16 МПа). Общий объем меченой жидкости на каждой скважине составлял 6 м<sup>3</sup>.

В пяти исследуемых нагнетательных скважинах обнаружена развитая сеть высокопроницаемых каналов, обусловленная наличием в пласте Ю<sub>1</sub><sup>3-4</sup> коллекторов с улучшенными ФЕС и обширной техногенной трещиноватостью. Количество каналов по нагнетательным скважинам варьирует от 23 до 52. Общий объем каналов для исследуемых нагнетательных скважин изменяется от 1182 до 4862 м<sup>3</sup>. Основная масса индикатора продвигается к исследуемым добывающим скважинам со скоростью 10-400 м/час. Большая дифференциация скоростей свидетельствует о резкой фильтрационной неоднородности выявленных каналов.

Средние проницаемости каналов по исследуемым нагнетательным скважинам варьируют от 9,5 до 103,2 мкм<sup>2</sup>. В пределах района работ средняя проницаемость составила 36,3 мкм<sup>2</sup>, что значительно выше проницаемости коллекторов изучаемых пластов.

На основании распределения индикатора в исследуемых добывающих скважинах по массе и скорости можно сделать вывод, что масса переносимого индикатора находится как в прямой, так и в обратной зависимости от скорости продвижения по объекту Ю<sub>1</sub><sup>3-4</sup>.

Основная масса переносимого индикатора (58%) находится в зоне высоких (более 300 м/час) скоростей, что свидетельствует о преимущественном существовании техногенной трещиноватости. Наличие зоны низких (до 30 м/час) скоростей объясняется работой поровой матрицы, возможно, свидетельствует о возникновении процесса образования техногенной трещиноватости.

Частично образованию и развитию техногенной трещиноватости в условиях порового коллектора способствуют фильтрационно-емкостные свойства пород коллекторов. На участках исследуемых нагнетательных скважин техногенная трещиноватость в большей степени развивается в направлениях повышенных эффективных толщин, которые также хорошо коррелируются со структурным фактором.

В большей степени образование и развитие техногенной трещиноватости в условиях порового коллектора происходит за счет применения различных методов интенсификации добычи нефти, таких как большеобъемный гидроразрыв пласта и форсированные отборы жидкости в добывающих скважинах, а также закачка значительных объемов закачиваемой в пласт воды в нагнетательных скважинах. Превышение давления нагнетания над критическим давлением в нагнетательных скважинах, либо создание депрессионных воронок в добывающих скважинах приводит к трансформации порового коллектора в трещиновато-поровый. На участках исследуемых нагнетательных скважин техногенная трещиноватость развивается в направлениях от нагнетательных скважин, находящихся в зонах повышенных пластовых давлений, к добывающим скважинам, находящимся в зонах пониженных пластовых давлений.

С целью повышения эффективности выработки запасов на участках с непроизводительной закачкой нагнетаемой в пласт воды, характеризующихся наличием большого количества промытых каналов фильтрации и высокими скоростями передвижения по ним закачиваемых флюидов, рекомендуется применение методов увеличения нефтеотдачи (МУН) – циклическое заводнение, методы перемены фильтрационных потоков, физико-химические методы, термозаводнение, применение загустителей нагнетаемой воды с целью снижения вязкостной дифференциации и др.

Внедрение эффективных методов физико-химического воздействия в трещиноватых коллекторах создает искусственные фильтрационные сопротивления в этих каналах. Следует отметить, что технология изоляции каналов высокой проводимости путем закачки специальных составов в пласт через нагнетательные скважины состоит не только в их тампонировании, но и в предупреждении образования новых. Поэтому после тампонирования необходимо снижение приместности нагнетательных скважин до установленной величины (установка штуцера на устье нагнетательной скважины). Кроме того, необходимо вести жесткий контроль за режимом работы нагнетательных скважин (приместность, давление нагнетания).

Основным инструментом, которым необходимо осуществлять изменение давлений и кинематики фильтрационных потоков, являются нагнетательные скважины. Их периодическая остановка или перераспределение объемов закачки между нагнетательными скважинами будет вызывать перераспределение давлений в залежи и изменения направлений фильтрационных потоков. Эти мероприятия позволят равномерно распределить выработку запасов нефти по пласту [4].

С этой целью необходимо производить обработку скважин комбинированными геле- и осадкообразующими технологиями в сочетании с интегрированными методами нестационарного адресного воздействия (циклическая закачка и пр.). Организация циклического воздействия в оптимальном режиме на основе установления времени цикла обеспечит максимально возможное выравнивание скоростей фильтрационных потоков в слоисто-неоднородном коллекторе.

#### Литература

1. Кульпин Л.Г., Мясников Ю.А. Гидродинамические методы исследования нефтегазоводоносных пластов. – М.: Недра, 1974. – 200 с.
2. Никаноров А.М. Методы нефтегазопромысловых гидрогеологических исследований. – М.: Недра, 1977. – 255 с.
3. Соколовский Э.В., Соловьев Г.Б., Тренчиков Ю.И. Индикаторные методы изучения нефтегазоносных пластов. – М.: Недра, 1986. – 158 с.
4. Соколовский Э.В., Соловьев Г.Б., Тренчиков Ю.И. Индикаторные методы изучения нефтегазоносных пластов. – М.: Недра, 1986. – 180 с.

### **ЗАКОНОМЕРНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ НА НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА**

**К.В. Беляева**

Научный руководитель старший преподаватель О.К. Абрамович

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, г. Гомель, Беларусь*

Анализ и обобщение результатов современных движений земной поверхности и вариаций геофизических полей во времени, а также различных геохимических параметров среды, включая залежи углеводородов, проведены для специальных геодинамических полигонов, расположенных на территории крупных осадочных (нефтегазоносных) бассейнов, в том числе и в Республике Беларусь.

Изучаемые осадочные бассейны и отдельные их части существенно различаются строением и эволюцией земной коры, осадочной толщи, типом и интенсивностью вулканизма, уровнем сейсмичности и другими важными особенностями, характеризующими как геолого-структурные и геодинамические особенности, так и условия размещения и формирования залежей углеводородов [2].

Для интенсивного освоения некоторых регионов требуется изучение динамики движения земной коры, а для перспективного развития каждого из них – отдельно по каждому параметру. Требуется дальнейшее изучение деформаций земной поверхности с тем, чтобы не допускать таких нежелательных явлений, какие были, например, на Апшеронском полуострове: где из-за деформации земной коры произошло большое количество разрушений водопроводов, нефтепроводов и других, в том числе строительных, сооружений. В последние годы более регулярно организуются наблюдения за деформациями земной коры, особенно в районах активной хозяйственной деятельности. Для Беларуси это территория Припятского прогиба [3]. В административном отношении исследуемая территория расположена в пределах Речицкого, Светлогорского, Калинковичского, Хойникского, Октябрьского, Будакошелевского и Жлобинского районов Гомельской области Республики Беларусь. Крупными населенными пунктами являются города Речица, Светлогорск, Жлобин, Калинковичи, Хойники, Буда-Кошелево с железнодорожными узловыми станциями, речными портами и связанными между собой шоссевыми дорогами. В Припятском прогибе большинство месторождений состоит в значительной мере из низкопроницаемых коллекторов, заключающих трудноизвлекаемые запасы нефти. Отличительной особенностью карбонатных коллекторов можно считать резко выраженную неоднородность структуры емкостного пространства, состоящего в общем случае из пор, каверн, трещин и различного рода полостей выщелачивания, находящихся в состоянии сообщаемости в результате широко развитой сети микротрещин. Межсолевая толща представлена двумя типами коллекторов – поровым и смешанным – порово-кавернозно-трещинным. Для подсолевой толщи характерны смешанные типы – трещинно-кавернозно-поровый, кавернозно-трещинно-поровый и порово-трещинно-кавернозный. В структурно-тектоническом отношении участок исследования расположен в пределах Северо-Припятского сбросово-блокового уступа Северного района Припятской нефтегазоносной области и является частью высокоперспективной Судовицко-Березинской зоны нефтенакпления.

Для комплексного изучения деформации земной поверхности созданы геодинамические полигоны, на которых систематически выполняются геодезические исследования, одновременно с этим ведутся большие работы по изучению устойчивости геодезических реперов и марок. Наиболее активно геодинамический мониторинг выполнялся в 80 – 90 годах.

Нетектонический характер современных вертикальных движений земной поверхности проявляется в результате длительных разработок газовых месторождений в виде сдвигов земной поверхности при землетрясениях. На нефтяных месторождениях при закачивании воды из подземных водоисточников при длительных разработках и при воздействии усилий тектонического характера порой отмечаются опускания земной поверхности [3].

Все эти виды современных вертикальных движений земной поверхности для каждого региона нефтяных и газовых месторождений имеют свои особенности. Закономерность современных вертикальных движений земной коры хорошо обнаруживается в результате повторных многократных нивелирных измерений, результаты которых необходимо учитывать при обустройстве, проектировании и строительстве в этих регионах.

Деформации и просадки земной поверхности обнаруживаются лишь по достижении ими опасных значений, а также по результатам их воздействия на системы и объекты обустройства нефтегазопромыслов: деформации

наземных сооружений, смятие и слом скважин и др., т.е. когда уже необходимо затрачивать большие материальные ресурсы на ликвидацию последствий развития этих деформаций. Начальные стадии этих процессов, что очень важно для своевременного принятия превентивных мер, обнаруживаются лишь по результатам специального контроля (мониторинга), который не проводится регулярно для территории Припятского прогиба.

Устойчивая совокупность условий, способствующих возникновению аномальных деформаций (просадок) земной поверхности, включает:

Наличие АВПД (аномально высокое пластовое давление) и темп его снижения в процессе разработки месторождения;

Предрасположенность резервуара к сильной сжимаемости;

Наличие высокой пористости пород-коллекторов – до 30-35%;

Относительно небольшую глубину разрабатываемых залежей (до 2000 м);

Значительную суммарную мощность продуктивных отложений.

Установлено, что при интенсивном законтурном заводнении прекращается процесс оседания земной поверхности. Для месторождений, резервуар которых сложен карбонатными породами, как правило, сильных просадочных явлений земной поверхности (более дециметров) не возникает.

Анализ землетрясений, связанных с разработкой месторождений газа и нефти, позволил выявить следующие особенности:

- сейсмические события на разрабатываемых месторождениях углеводородов, возникают как при интенсивном отборе флюида и снижении пластового давления, так и при вторичном воздействии на пласт;

- для техногенных сейсмических событий, к которым следует отнести события с очагами, расположенными в пределах резервуара нефти или газа, характерна магнитуда, не превышающая 3,0-3,5;

- значительно более интенсивны ( $M=4,0-4,5$  и более) и поэтому наиболее опасны индуцированные землетрясения, очаги которых могут быть расположены выше, ниже и даже в стороне от резервуара. Положение очагов индуцированных землетрясений контролируется разломами, которые предрасположены к сдвиговым деформациям. По существу, индуцированные события являются тектоническими, но их возникновение инициировано процессами разработки месторождений, без чего такие события не могли бы произойти;

- отбор значительных масс флюида из резервуара и быстрое изменение аномально высокого пластового давления в резервуаре может приводить к изменению нагрузки, например, на нижележащие аномально напряженные породы осадочной толщи или фундамента. В этом случае возможно возникновение сейсмических событий;

- изменение режима «отбор-закачка флюида» обычно приводит к изменению режима (прежде всего количества) сейсмических событий;

- снижение пластового давления в резервуаре и его объемное сжатие приводит к деформации слабо сжимаемой толщи (покрышки), непосредственно залегающей над резервуаром. В этом случае возникновение землетрясений контролируется прочностными свойствами пород покрышки;

- нет зависимости между началом разработки месторождений углеводородов, т.е. качеством отобранного флюида и началом возникновения сейсмической активности [1].

В результате повторных геодезических измерений установлено, что регионы, где добывается нефть, а для поддержания пластового давления закачивается вода из источников поверхностных вод (озер, рек, болот), не испытывают современных движений земной коры техногенного характера, что можно сказать о ряде месторождений Припятского прогиба [3].

Флюидные системы осадочного чехла и фундамента (в том числе нефть и газ), которые разгружаются по проницаемым системам глубинных разломов в настоящее время, являются источником накопления уровня воды и несут в себе все признаки рудообразующих растворов; формируют как скопления нефти, так и руд (железо, уран, медь, марганец, ртуть и др.), а воды содержат фтор, бор, бром, йод, рубидий, цезий и другие глубинные элементы и представляют собой современные и накопленные поствулканические гидротермальные системы по составу и свойствам тесно связанные с предыдущими вулканическими событиями. Основное различие современных гидротермальных систем в разных тектонических условиях – различное содержание воды, которая контролирует минерализацию растворов и современную динамику геологической среды. Образование воды из водорода и кислорода сопряжено с большим выходом энергии (взрывами), этими свойствами обладают и преобразования многих углеводородных систем, особенно, если еще имеется в углеводородном потоке сера. Естественно, взрывы и являются основными очагами землетрясений. Содержание воды, по всей вероятности, определяется фугитивностью кислорода в глубинном источнике флюидов – мантии, что подтверждается некоторыми петрологическими исследованиями. Разное содержание кислорода определяет, как состав магм, так и характер вулканических событий и поствулканических гидротермальных систем.

На месторождениях Припятского прогиба не зарегистрировано крупных негативных событий, однако, казалось бы, рядовые события являются причиной значительного ущерба для экономики страны.

По аналогии с Россией необходимо выработать четкую концепцию, регламентирующую пределы геодинамических параметров, выше которых может возникнуть геодинамический риск или геодинамическая опасность.

### Литература

1. Сидоров В.А., Кузьмин Ю.О., Хитров А.М. Концепция «Геодинамическая безопасность освоения углеводородного потенциала недр России». – М.: Изд-во ИГиРГИ, 2000. – 56 с.
2. Современная геодинамика и нефтегазоносность / В.А. Сидоров, М.Б. Багдасарова, С.В. Атанисин и др. – М.: Наука, 1989. – 200 с.
3. Яценко В.Р. Геодезические исследования вертикальных движений земной коры – М.: Недра, 1989 – 192 с.

**АНАЛИЗ ВЫРАБОТКИ ЗАПАСОВ НЕФТИ ИЗ ПЛАСТА Ю<sub>1</sub><sup>1-2</sup> ЛИНЕЙНОГО НЕФТЯНОГО  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

**А.И. Благовещенская**

Научный руководитель доцент Г.Ф. Ильина

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В административном отношении Линейное нефтяное месторождение расположено на территории Александровского района Томской области и входит в состав Тунгольского лицензионного участка №61, по нефтегазогеологическому районированию принадлежит к Усть-Тымскому нефтегазоносному району Васюганской НГО [3]. В тектоническом плане месторождение приурочено к одноимённой структуре, которая находится в южной части Эмторского куполовидного поднятия, расположенного между Александровским сводом на западе и Пыль-Караминским мегавалом на востоке. Месторождение открыто в 1972 году.

В разрезе васюганской свиты Линейного месторождения выделяется нефтеносный горизонт Ю<sub>1</sub>, который разделяется на толщи: надугольную, межугольную и подугольную. Объектом исследования были пласты Ю<sub>1</sub><sup>1</sup>, Ю<sub>1</sub><sup>2</sup> (надугольная толща). Пласт Ю<sub>1</sub><sup>1</sup> отделяется от пласта Ю<sub>1</sub><sup>2</sup> пачкой аргиллитов незначительной толщины. За счёт её выклинивания пласты Ю<sub>1</sub><sup>1</sup> и Ю<sub>1</sub><sup>2</sup> сливаются, образуя единый резервуар. По литолого-петрографическим особенностям пласты коллекторы Ю<sub>1</sub><sup>1</sup> и Ю<sub>1</sub><sup>2</sup> близки между собой. Они представлены песчаниками светло-серыми, мелкозернистыми, различной крепости, иногда известковистыми, массивными, с прослоями алевролитов и аргиллитов, в нижней части – алевролитами и аргиллитами [2].

Повышение извлекаемых запасов углеводородов является одной из самых актуальных и важных задач в нефтедобывающей промышленности.

Трассерный метод основан на введении в нагнетательную скважину заданного объема меченой жидкости, которая отгесняется к контрольным добывающим скважинам, вытесняющим агентом путем последующей (после закачки меченого вещества) непрерывной подачи воды в нагнетательную скважину. Одновременно из устья контрольных добывающих скважин начинают производить отбор проб. Отобранные пробы жидкости анализируются в лабораторных условиях для определения наличия трассера и его количественной оценки. По результатам анализа строятся кривые зависимости изменения концентрации трассера в пробах от времени, прошедшего с начала закачки трассера для каждой контрольной добывающей скважины. Объектом исследования является межскважинное пространство пласта Ю<sub>1</sub><sup>1-2</sup> Линейного месторождения нефти, в систему которого входят исследуемые нагнетательные скважины и окружающие их контрольные реагирующие добывающие скважины. Общее количество нагнетательных скважин – 7 единиц (скважины №№ 212, 205, 204, 201, 113, 110, 6), общее количество контрольных добывающих скважин – 12 единиц (скважины №№ 109, 111, 112, 114, 115, 116, 117, 202, 206, 207, 208, 211). В настоящее время только с помощью индикаторов представляется возможным определять истинные значения скорости движения жидкости в продуктивных пластах, оценивать действительное распределение потоков нагнетаемой воды между пластами и скважинами. Трассерные исследования дают более дифференцированную картину о макронеоднородности горных пород, чем гидродинамические методы. Трассер флуоресцеин массой 25 кг был растворен в 5 м<sup>3</sup> технической воды и закачан в трубное пространство при давлении 100 атм. В качестве контрольного реагирующего окружения были выбраны добывающие скважины №№ 207, 211 (табл.) [4].

*Таблица*

*Технологические параметры работы контрольных добывающих скважин 10.11.2015 г.*

№ скв.	Дебит жидкости, т/сут	Дебит нефти, т/сут	Обводненность, %	Средняя скорость фильтрации, м/сут
211	29,63	7,50	74,69	60,87
207	23,37	4,20	82,03	33,83

Выводы:

На дневную поверхность относительно всего вынесенного объема было извлечено наибольшее количество трассера по скважине № 207 (56,92 %). Соответственно, по скважине № 211 данное значение составило 43,08 %.

Между скважинами № 205 – № 211 рассчитанная средняя проницаемость составила 4,33 мкм<sup>2</sup>. в диапазоне (макс. – мин.) 36,87 – 0,81 мкм<sup>2</sup>; между скважинами № 205 – № 207 рассчитанная средняя проницаемость составила 1,48 мкм<sup>2</sup> в диапазоне (макс. – мин.) 13,99 – 0,25 мкм<sup>2</sup>.

Литература

1. Дворкин В.И., Орлинский Б.М. Обработка результатов ГИС, анализ выработки запасов нефти и разработка рекомендаций по совершенствованию разработки Мамонтовского и Приобского месторождений. // Отчет ОАО НПФ «Геофизика». – Уфа, 2003.
2. Ивлева А.С. Геологический проект разведочного бурения на Линейном месторождении. – Томск, 2007.
3. Карапузов Н.И., Петров В.Н. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности в пределах лицензионного участка №61 (Тунгольский). – Томск, 2006.
4. Проведение исследований с помощью трассеров на Линейном нефтяном месторождении (Томская область) // Итоговый отчет ООО «Делика», ООО «Стимул-Т» / Т.В. Трифонов, И.А. Ильин и др. – Казань, 2015. – 98 с.

**ГЕНЕЗИС ОТЛОЖЕНИЙ ПЛАСТОВ БВ<sub>8</sub> И БВ<sub>10</sub> СЕВЕРО-ПОКАЧЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ  
(ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)**

**А.С. Бормотова, Н.Д. Круглов**

Научный руководитель профессор В.П. Алексеев

*Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия*

Определение условий осадконакопления является одним из главных критериев при поиске углеводородов. Объектом исследования служат пласты БВ<sub>8</sub> и БВ<sub>10</sub> мегионской свиты, вскрытые скважиной СП-212 на Северо-Покачевском месторождении, которое находится в 113 км к северо-северо-западу от г. Нижневартовска. В тектоническом отношении месторождение приурочено к локальным структурам, расположенным на Северо-Покачевской моноклинали, осложняющей южную часть Северо-Вартовской мегатеррасы [3].

Цель исследований заключалась в изучении петрографического состава пород, установлении условий формирования и закономерностей распространения песчаных пород-коллекторов. При проведении фациального анализа применен комплексный подход, включающий детальное макро- и микроскопическое исследование кернового материала.

При изучении керна особое внимание уделено постседиментационным преобразованиям, а также седиментационным текстурам – первичной слоистости и различным ее нарушениям, вызванным деятельностью илоедов.

Исходным материалом послужили 5 образцов керна, привязка которых к данным геофизических исследований скважин (ГИС) представлена на рис. 1 а, б.

Фациальная характеристика приведена в соответствии с атласом [1].

Образец 1. Переслаивание двух типов пород. 1) Песчаник тонкозернистый, средне сортированный, чередующийся с крупнозернистым алевролитом. Слоистость мелкая пологоволнистая, нарушенная размывом и последующим внедрением песчаной массы в слабо литифицированный осадок. 2) Песчаник мелкозернистый, хорошо сортированный, однородный по текстуре. Выделяются два обломка алевроаргиллита, являющиеся продуктом бокового привноса. Фация алеврито-песчаных осадков малых аккумулятивных форм (БПК).

Образец 2. Песчаник мелкозернистый, хорошо сортированный, карбонатизированный. Текстура массивная. Фация песчаных осадков сильно подвижного мелководья (бары) (БМБ).

Образец 3. Песчаник тонкозернистый, хорошо сортированный, чередующийся с крупнозернистым алевролитом. Слоистость косая слабо срезанная s-образная, переходящая в косоволнистую. Фация песчано-алевритовых осадков малоподвижного мелководья бассейна (БПА).

Образец 4. Песчаник тонкозернистый хорошо сортированный – алевролит мелко-крупнозернистый. Слоистость косая, s-образная, слабо срезанная. На поверхностях наслоения включения аттрита. Фация БПА.

Образец 5. Переслаивание двух типов пород. 1) Песчаник тонкозернистый, средне сортированный, с включениями аттрита. Текстура нарушена взмучиванием и биотурбацией. 2) Алевроаргиллит. Слоистость тонкая косая, со знаками ряби, нарушенная ходами илоедов. Фация переслаивания алевритовых и песчаных осадков волновой ряби (БМВ) со сменой на фазию тонкого переслаивания глинистых и алевритовых осадков прибреговой зоны (ватты, марши) (БПР).

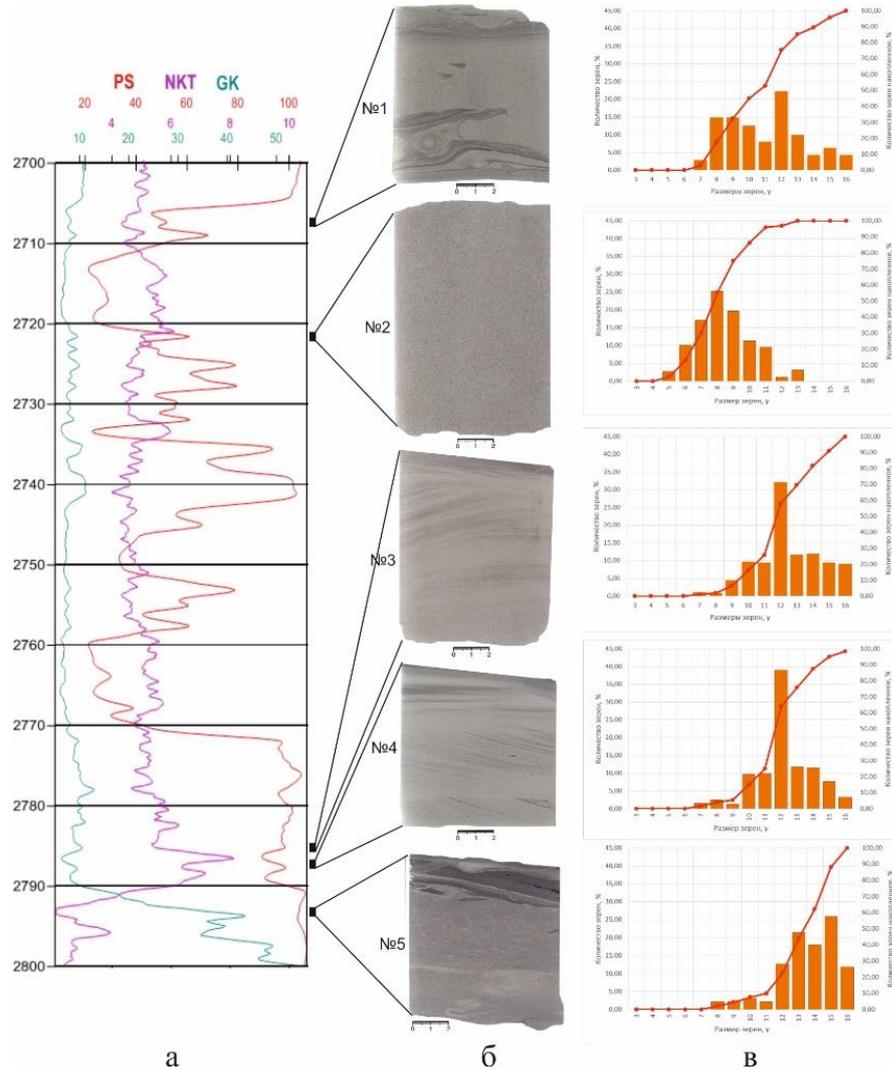
Данные гранулометрического анализа позволяют сделать вывод о том, что в целом отложения пластов БВ<sub>8</sub> и БВ<sub>10</sub> представлены тонко-мелкозернистой песчаной и крупнозернистой алевритовой фракциями со средней и хорошей сортировкой.

Преобладание в образцах 3, 4 и 5 алевритовой фракции, наличие органических остатков и следов жизнедеятельности илоедов указывают на относительно низкую гидродинамическую активность среды седиментации и хорошую аэрацию. Об этом же говорит косая s-образная слоистость в образцах 3 и 4, характерная для обстановок с донными течениями. Вверх по разрезу отмечается увеличение количества песчаной фракции и уменьшение количества растительных остатков, что свидетельствует об усилении динамики среды осадконакопления.

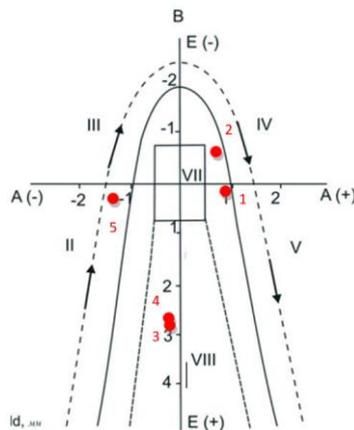
Алевритовая фракция в образцах 1, 3 и 4 имеет одинаковое распределение зёрен, что позволяет говорить о схожем механизме переноса обломочного материала. Аналогичная ситуация отмечена в образцах 1 и 2, которые характеризуются схожим распределением зёрен песчаной фракции. В образце 1 отчётливо наблюдается бимодальность, что свидетельствует о смешении двух популяций осадка, формирование которых обусловлено различными механизмами транспортировки обломочного материала – путем сальтации и во взвешенном состоянии [2]. Образцы 3 и 4 идентичны по гранулометрическим характеристикам, но имеют незначительные текстурные различия.

Подводя итог, можно сделать вывод о том, что осадконакопление происходило в условиях прибрегового мелководья с наличием баров и колебаниями гидродинамической активности среды. Данное заключение подтверждается интерпретацией результатов с использованием динамогенетической диаграммы Г.Ф. Рожкова (рис. 2).

**СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ**



**Рис. 1** Сводная характеристика кернового материала скважины СП-112 Северо-Покачевского месторождения: а – фрагмент ГИС с указанием мест отбора образцов; б – сканированные изображения отобранных образцов; в – результаты гранулометрического анализа



**Рис. 2** Результаты гранулометрических исследований, нанесенные на динамогенетическую диаграмму Г.Ф. Рожкова

Таким образом, результаты исследований не противоречат общей картине формирования неокомских клиноформ [4]. Проведенный анализ дает представление об условиях образования пластов БВ<sub>8</sub> и БВ<sub>10</sub> на Северо-Покачевском месторождении, которые могут быть использованы при дальнейших поисках углеводородных залежей, разработке и эксплуатации месторождения.

Литература

1. Алексеев В.П. Атлас субаквальных фаций нижнемеловых отложений Западной Сибири (ХМАО-Югра). – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014. – 284 с.
2. Арутюнова Н.М., Саркисян С.Г. О некоторых способах обработки данных гранулометрического анализа // Литология и полезные ископаемые, 1969. – № 4. – С. 95–103.
3. Атлас месторождений нефти и газа Ханты-Мансийского автономного округа – Югры: Т. 2. – Ханты-Мансийск: АУ «НАЦ РН им. В.И. Шпилемана», 2013. – 308 с.
4. Гурари Ф.Г. Строение и условия образования клиноформ неокомских отложений Западно-Сибирской плиты (история становления представлений). – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2003. – 140 с.

**АНАЛИЗ СТРУКТУРНО-ТЕКСТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЮЖНОКАСПИЙСКОГО БАССЕЙНА  
С ЦЕЛЬЮ УТОЧНЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ**

**И.И. Босиков, Р.В. Клюев**

Научный руководитель профессор И.Е. Васильев  
**Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), г. Владикавказ, Россия**

Основные перспективы нефтегазоносности Западно-Туркменской низменности связаны с плиоценовыми и мезозойскими отложениями.

Несомненно, что на данном этапе уровень буровой техники не может обеспечить разведку мезозойских отложений в погруженных частях Западно-Туркменской впадины, где глубины залегания меловых пород колеблутся от 5 до 15 км. В связи с этим перспективы нефтегазоносности рассматриваются с учетом этого фактора [3, 6, 9, 10, 11].

Область южного склона Кубадагского сооружения. Для северного борта Западно-Туркменской впадины характерным является выклинивание мощных толщ терригенных осадков плиоцена на южном крыле Кубадагского складчатого сооружения.

Весьма вероятно, что региональное выклинивание плиоценовых отложений могло создать благоприятные условия для образования литологических экранированных ловушек, которые весьма перспективны для поисков залежей нефти и газа.

Задачей исследований на территории южного склона Кубадагского сооружения является детальное сопоставление разрезов плиоценовых отложений с целью выявления конкретных участков выклинивания коллекторских чашек. Нужно отметить, что для поисков залежей нефти и газа на территории Дарджинской области пробурено несколько профилей структурно-профильных скважин и проведены детальные сейсморазведочные работы.

Давно известные крупные промышленные скопления нефти и газа и открытые в последние годы в Прибалханской области показывают, что основные перспективы нефтегазоносности здесь связаны с плиоценовыми отложениями. В этом смысле заслуживает внимания разведка еще не разбуренных поднятий (Причелекенский купол, Барса-Кельмес и др.). Высоки перспективы прилегающей к Челекелю акватории Каспия. До сих пор решаются задачи поисков нефти и газа в восточной части Прибалханской зоны (Шорджа, Перевало-Айдинская гряда). Заслуживают продолжения работ неразведанные тектонические блоки на известных месторождениях и поднятиях (Небит-Даг, Монжуклы, Котур-Тепе). Необходимость разведки миоценовых и мезозойских отложений, перспективы нефтегазоносности которых достаточно уверенно определяются в настоящее время, в значительной степени зависят от технических возможностей бурения, т. к. глубины залегания перспективных комплексов мела достигают 6 – 8 км. Наибольший интерес для поисков залежей нефти и газа в миоценовых и меловых отложениях представляют поднятия Боя-Даг и Сыртланли, где меловые отложения залегают на наиболее доступных глубинах в пределах Прибалханской зоны.

Перспективы нефтегазоносности Кызылкумской области связаны с поисками и разведкой погребенных поднятий, сложенных плиоценовыми и четвертичными отложениями. На северном борту прогиба перспективно крупное Огурчинское поднятие, располагающееся на акватории Каспия в пределах глубин моря, вполне доступных для разведки при существующей технике [9-11]. Крупные перспективы нефтегазоносности плиоцена связаны с центральной частью Огурчинской зоны поднятий в пределах суши, где имеются предпосылки для поисков и разведки предположительно выделяемых Узунадинского, Эрдеклинского и других поднятий.

На южном борту Кызылкумского прогиба перспективны для поисков отложения плиоцена, в особенности красноватого на поднятиях Гогрань-Даг и Карадашли, достаточно хорошо изученных с помощью сейсмометрических исследований. В этом районе можно ожидать более благоприятные условия для бурения поисковых скважин по сравнению с южными районами, где наблюдаются очень высокие пластовые давления.

Перспективы нефтегазоносности западной части Кеймир-Чикишлярской области связаны с разведкой нижней части красноватых отложений плиоцена, еще не вскрытых на полную мощность.

В восточной части области представляют интерес поиски залежей нефти и газа в отложениях нижней части красноватого, выклинивающегося на восточном борту Шахманского прогиба, граничащего с Аладаг-Мессерианской областью. Нижняя часть красноватой толщи представляет интерес для поисков залежей нефти и газа на поднятиях Бугдайлинской зоны [5, 7, 12].

В северо-восточной части области, граничащей с отрогами Западного Копет-Дага, интерес для поисков нефти и газа в миоценовых и меловых отложениях могут представлять погружения складок Западного Копет-Дага и их погребенные продолжения, где эти отложения залегают на доступных для бурения глубинах.

Перспективы нефтегазоносности Аладаг-Мессерианской области связаны с разведкой мезозойских отложений, залегающих в сводах антиклиналей на сравнительно небольших глубинах. Результаты структурного бурения на поднятии Изат-Кули показали, что во вскрытой части разреза верхнего мела и верхней части альба нет хороших коллекторов, могущих служить резервуарами для залежей нефти и газа. В своде поднятия Изат-Кули верхнемеловые отложения несогласно перекрыты отложениями миоцена, что дало основание Г.А. Борщевскому для заключения о том, что в предмиоценовое время существовали древние очаги разгрузки подземных вод, что могло неблагоприятно отразиться на сохранении залежей нефти и газа в сводах размытых поднятий. В связи с этим перспективы нефтегазоносности Аладаг-Мессерианской области связываются с более погруженными поднятиями, на которых меловые отложения покрыты глинистой толщей палеогена. На всех поднятиях представляют интерес отложения нижней части терригенных осадков мела и карбонатной толщи неокома, еще не изученных бурением.

В Кызыл-Атрекской области весьма перспективны для поисков залежей нефти и газа плиоценовые отложения на сводах известных здесь поднятий. Увеличение к югу, в сторону Гогранского прогиба, мощностей верхнеплиоценовых и красноцветных отложений может рассматриваться как благоприятный фактор высокой оценки перспектив нефтегазоносности поднятий северного борта Кызыл-Атрекского прогиба, где были получены при бурении структурных скважин значительные нефтегазопроявления.

Заключение. На данном этапе выявление перспектив нефтегазоносности различных участков Западно-Туркменской низменности и их сравнительная оценка должны базироваться на обобщающих картах перспектив водонапорных комплексов, включающих все известные в настоящее время показатели возможной нефтегазоносности изучаемых отложений [1, 2, 4, 5, 7, 12]. Только при комплексном подходе к построению таких карт возможно объективное и правильное решение вопросов, связанных с направлением дальнейших геолого-поисковых и научно-исследовательских работ. Большое значение имеет геолого-экономический анализ проведенных и намечаемых работ, который позволит направить геологические исследования на объекты, могущие дать в ближайшие годы наибольший экономический эффект. Необходимость в таких исследованиях на территории Западно-Туркменской низменности назрела, так как в настоящее время накопился значительный материал, позволяющий проанализировать состояние проведенных и эффективность проектируемых на ближайшее время геолого-поисковых и научно-исследовательских работ [1, 2, 4, 12].

Научно обоснованная оценка перспектив нефтегазоносности территории Западно-Туркменской впадины и сравнительная оценка перспектив нефтегазоносности отдельных районов может быть дана лишь на основе рассмотрения всей территории Западно-Туркменской впадины как части единого Южнокаспийского нефтегазоносного бассейна.

#### Литература

5. Босиков И.И., Ключев Р.В. [Методы системного анализа природно-промышленной системы горно-металлургического комплекса](#). – Владикавказ, 2015. – 127 с.
6. Гавура В.Е. Геология и разработка нефтяных и газонефтяных месторождений. – М.: ВНИИОЭНГ, 1995. – 258 с.
7. Гиматулинов Ш.К. Справочное руководство по проектированию разработки и эксплуатации нефтяных месторождений. Добыча нефти. – М.: Недра, 1983. – 455 с.
8. Кудинов В.И. Основы нефтегазопромыслового дела. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2005. – 720 с.
9. Литвинов С.А. Комплексный анализ геолого-геофизических материалов с обоснованием основных направлений по освоению и наращиванию ресурсной базы углеводородов республики Осетия-Алания // Годовой информационный геологический отчет ЗАО НПП «Севкавгеопром» Владикавказ, 2006. – 50 с.
10. Мищенко И.Т. Скважинная добыча нефти. – М.: Нефть и газ, 2003. – 816 с.
11. Уразаков К.Р. Механизированная добыча нефти (сборник изобретений). – Уфа: Нефтегазовое дело, 2010. – 329 с.
12. Хайрер Э., Нерсетт С. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Нежест. задачи. – М.: Мир, 1990. – 512 с.
13. Brill J.P. Multiphase flow in wells. – SPE, 1999. – 384 p.
14. Dranchuk P.M., Abu-Kassem J.H. Calculation of Z-factors for natural gases using equations of state // J. Cdn. Pet. Tech., 1975. – Vol.14. – Pp. 34 – 36.
15. Standing M.B. Volumetric and Phase Behavior of Oil Field Hydrocarbon Systems. – SPE, 1981. – 124 p.
16. Youn R.B., Klyuev R.V., Bosikov I.I., Dzeranov B.V. The petroleum potential estimation of the North Caucasus and Kazakhstan territories with the help of the structural-geodynamic prerequisites // Устойчивое развитие горных территорий, 2017. – Т. 9. – №2 (32). – С. 172–178.

### **МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРИ ПОИСКАХ НЕФТИ И ГАЗА ПО ГЕОФИЗИЧЕСКИМ ДАНЫМ**

**И.И. Босиков, Р.В. Ключев**

Научный руководитель профессор И.Е. Васильев

**Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), г. Владикавказ, Россия**

Анализ магнитного поля произведен по аэромагнитным съемкам по всей площади. Съемка охватывает только область Устюрта до береговой линии Каспия. Эта съемка проведена частыми маршрутами через 2 км, одного направления (широтными) и поэтому этой съемкой неуверенно определялись аномалии, идущие вдоль маршрутов. В съемке был принят различный уровень нормального поля. Все это заставило нас объединить обе съемки для лучшего

описания магнитного поля данного района. На основании этой объединенной карты была составлена карта простираций магнитных аномалий [1, 3].

При решении вопроса о надежности полученного распределения поля велись измерения по маршруту с высокой точностью – на ленте самописца 10 гамм соответствуют 3 мм записи, т.е. разность между близкими пунктами можно отсчитать с точностью до  $\pm 1$  гамма.

Еще сильнее ухудшаются результаты при снятии нормального поля, так, даже сравнивая две съемки для района Кара-Богаз-Гола, можно видеть, что нормальные поля могут различаться больше, чем на 400 гамм (в южной части) и 100 гамм в северной части исследуемой площади.

Различные уровни нормального поля не имеют значения для выявления простираения локальных аномалий и для расчета по ним глубины возмущающих тел, так как для этих расчетов пользуются, каждый раз особым базисным полем, насколько возможно свободным от влияния рассчитываемой аномалии, таким образом, для проводимого анализа уровень нормального поля не имеет большого значения. По уровню поля определяли по пониженным значениям кислые породы «фундамента» и по повышенным – основные [1, 3-5].

Магнитное поле исследуемого района характеризуется главным образом простираением аномалий северо-запад-юго-восточным. Правда, в районе продолжения Мангышлака на исследуемой площади направление аномалий запад-северо-запад – восток-юго-восток, т.е. близкие к простираениям структур, а в районе Красноводского плато простираения аномалий преимущественно запад-восточного направления и только в районе возвышенности Кара-Баур часто встречаются простираения северо-восток-юго-западного, но основные аномалии и здесь имеют «мангышлакское» простираение. Наиболее интенсивные аномалии имеются на Красноводском плато – по соседству с выходами изверженных пород. Вдоль Туар-кыра, особенно в его южной части, имеется протяженная интенсивная аномалия. Неспойное магнитное поле наблюдается у чинка Каплан-кыр, где можно наметить три полосы северо-запад-юго-восточного направления довольно интенсивных положительных возмущений [1, 3, 5].

В районе увала Кара-Баур интенсивность аномалий повышена в сравнении с прилегающими к нему с запада и юга участками Устюрта.

В исследуемой части Каспийского моря магнитное поле, судя по редким маршрутам съемок, имеет неспокойный характер в южной части. Так, интенсивная аномалия вблизи Красноводска продолжается далее на запад. Интенсивная аномалия на широте около  $41^{\circ},5$  довольно точно совпадает с основной Дербентской впадиной. Пониженное магнитное поле в проливе Кара-Богаз-Гола продолжается на северо-запад, имея то же простираение, что и рельеф дна моря.

Минимум магнитного поля к югу от мыса Ракушечного также имеет простираение, совпадающее с простираением ложбины на дне моря. Таким образом, рельеф дна Каспийского моря, видимо, в значительной мере унаследован от строения нижележащего «фундамента».

Способ же, которым мы рассчитывали глубину возмущенных тел, заключается в том, что эффективные массы располагаются не на линии, а на бесконечной полосе. Расчеты такого тела даются и в учебниках по магнитной разведке, но эти расчеты используют периферийные значения возмущения. Как показала практика, этот рекомендуемый в учебниках способ очень ненадежен ввиду искажения поля соседними аномалиями, так как при этом используется расстояние до точки, значение которой максимальное. Это расстояние определяется очень неуверенно [1, 3, 5].

При предложенном нами способе расчетов снижается ошибка в определении «базисного» поля, т.е. поля, свободного от данного возмущения. Кроме того, выбраны такие параметры, которые наиболее чувствительны к отношению ширины пласта к глубине.

Эти глубины получены на основании линейных возмущающих масс, но вызывающих небольшие искажения поля. В такой модификации этих расчетов имеется большой смысл, так как небольшие неровности «фундамента» вызывают также небольшие аномалии, которые можно рассчитать по самой простейшей зависимости (глубина как половина ширины возмущения).

Правда, при этом методе выбор аномалий не свободен от субъективности, но таким способом можно дать многочисленные определения. Так, например, на исследуемой площади таким способом рассчитано более 300 глубин до небольших неровностей «фундамента». Имея карты определенных глубин «фундамента» по магнитным данным и карту простираений аномалий, провели некоторые сопоставления с геологическими данными.

В дальнейшем мы сознательно не касаемся магнитных свойств пород. Дело в том, что, как почти и везде, осадочный комплекс пород имеет очень слабые магнитные свойства, к тому же на данной территории эти породы почти не дислоцированы и, следовательно, происхождение аномалий обязано породам исключительно «фундамента», которые имеют некоторую намагниченность. Магнитные свойства пород «фундамента», т.е. метаморфизованных или изверженных, нам известны только из обнажений у Красноводска, где максимальная по измерениям величина магнитной восприимчивости достигает  $1600 \times 10^{-6}$ .

Породы с такой восприимчивостью, лежащие даже на поверхности, могут вызвать аномалию порядка 500 гамм. Следовательно, породы, создающие наблюдаемые аномалии на исследуемой площади, лежащие глубоко, должны иметь большую магнитную восприимчивость, и поэтому эти лабораторные данные еще не характеризуют намагниченность «фундамента».

Сравнивая обе карты распределения глубин, можно видеть, что в районе, прилежащем к заливу Кара-Богаз-Гол, имеется полосовое строение «фундамента» простираения северо-запад – юго-восток. Так, по карте распределения глубин по методу «полос» имеются три полосы глубокого залегания «фундамента» и две – повышенного залегания.

По карте «точечного» определения глубин 5 полос повышенного и 5 полос пониженного залегания «фундамента».

На картах глубин показаны нарушения в «фундаменте», определяемые по присутствию наиболее интенсивных аномалий. Так, некоторые «нарушения» возможны и по геологическим данным [1].

Например, нарушение Туаркыра сопровождается положительной аномалией, поднятия Узень, Тумгачик, Куландаг, Жетыбай и некоторые другие по геологическим съемкам также имеют нарушения в молодых поверхностных осадках. Следовательно, в этих случаях имеется явно унаследованная тектоника в молодых осадках.

Показанные нами нарушения в «фундаменте» сопровождаются нарушениями (флексура, сбросы), о которых можно предполагать и по данным структурного бурения [3].

Так, можно предположить, что сбросы, в том числе и флексуры, существуют на некоторых геологических разрезах. Например, горизонтальное залегание кровли мела на южной косе залива Кара-Богаз-Гол резко погружается на северной косе, не менее чем на 300 м, и, следовательно, нарушение «фундамента», показанное на наших картах и проливе, не так уж неправдоподобно.

На геологических разрезах, составленных авторами от Куландага на Карабаурское поднятие, тоже можно предполагать сбросы или флексуры в северной части.

В районе Кельджинского поднятия возможен разрыв по контакту юры и мела. В районе Акурского поднятия возможно по скважинам также наметить разрывы.

На северной косе скважина 114 прошла по бакинскому ярусу, тогда как в соседних скважинах на этой глубине находится палеоген. Это указывает на возможность разрыва, секущего, по магнитным данным, залив Кара-Богаз-Гол в северо-запад-юго-восточном направлении [3, 5].

Для анализа магнитного поля нами была составлена карта среза на глубине 50 м ниже уровня моря по далеко неполным данным структурного бурения для определения простираения структур. Конечно, можно было воспользоваться структурными картами этого района, но так как структурная карта района является кусочной, на ней много пустых мест, то для дополнения ее и составлялась карта среза, на которой более явно выразилась структура, и к тому же, пользуясь магнитными данными, можно было гипотетически выявлять структуры [1–6].

Уровень среза – 50 м выбран для того, чтобы дать некоторые предположения о геологическом строении залива Кара-Богаз-Гол.

*Заключение.* Для геофизического анализа надо иметь карты-срезы, составляемые по всему материалу бурения, которое должно производиться именно с этой целью, т. е. располагать места бурения и проектируемые глубины скважин с учетом таких построений в будущем [1, 3].

Рассматривая местоположение нефтяных залежей девона и карбона, можно заметить, что эти месторождения находятся вблизи крупных склонов фундамента, вероятнее всего вблизи разрывов контактов – глыб.

Вообще, месторождения нефти часто находятся вблизи локальных аномалий и не только магнитных, но и гравитационных (например, Эмба). Надо сказать, что это не служит подтверждением неорганического происхождения нефти, а только указывает на особые химические условия образования нефти вблизи неоднородности кристаллического основания. Можно высказать предположение, что эти локальные аномалии вызывали в прошлом термическую неоднородность, которая, видимо, благоприятствовала образованию углеводородов. В исследуемом районе имеются локальные аномалии, которые показаны на карте глубины и крутые склоны «фундамента».

#### Литература

17. Борисов А.А. Пространственные закономерности залежей нефти и газа // Геол. нефти и газа, 1961. – № 7. – С. 65–85.
18. Босиков И.И., Ключев Р.В. Методы системного анализа природно-промышленной системы горно-металлургического комплекса. – Владикавказ, 2015. – 127с.
19. Гиматулинов Ш.К. Справочное руководство по проектированию разработки и эксплуатации нефтяных месторождений. Добыча нефти. – М.: Недра, 1983. – 455 с.
20. Кудинов В.И. Основы нефтегазопромыслового дела. – М.; Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2005. – 720 с.
21. Мищенко И.Т. Скважинная добыча нефти. – М.: Нефть и газ, 2003. – 816 с.
22. Youn R.B., Klyuev R.V., Bosikov I.I., Dzeranov B.V. The petroleum potential estimation of the North Caucasus and Kazakhstan territories with the help of the structural-geodynamic prerequisites // Устойчивое развитие горных территорий, 2017. – Т. 9. – №2 (32). – С. 172–178.

### **ЛИТОЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕРХНЕЮРСКИХ ТЕРРИГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПЛАСТА Ю<sub>1</sub><sup>3-4</sup> (СКВ. 25) ЮЖНО-ИЮНЬСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Н.А. Бояринов**

Научный руководитель доцент И.В. Вологодина

**Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия**

В административном отношении месторождение расположено на юго-западе Каргасокского района Томской области, в тектоническом плане исследуемая территория расположена в зоне сочленения восточного борта Нюрольской мегавпадины и Северо-Межовской мегамоноклинали.

Материал для исследований предоставлен недропользователем ООО «Норд Империял». По данным лаборатории физики пласта ОАО «ТомскНИПИнефть» песчаники пласта Ю<sub>1</sub><sup>3-4</sup> васюганской свиты, вскрытого в интервале глубин 2872,7-2905 м скважиной №25 на Южно-Июньском участке Юньского месторождения Томской области, характеризуются средними значениями пористости (12,7-18,8 %) и проницаемости (0,84-129,86 мД). Целью работы является выявление факторов, влияющих на фильтрационно-емкостные характеристики песчаников. Для этого

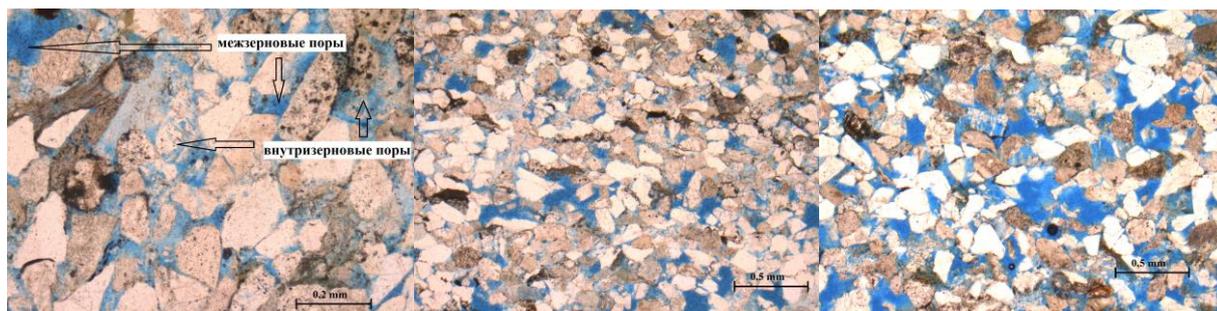
проводился количественный литолого-петрографический анализ шлифов. Шлифы изготавливались обычным способом и с использованием предварительного насыщения под давлением окрашенной смолой из образцов, в которых определялись коллекторские свойства.

Песчаники пласта Ю<sub>1</sub><sup>3-4</sup> в основном средне-мелкозернистые и мелкозернистые, часто с примесью алевритового материала. Обломочные зерна в них имеют разнообразную форму: от хорошо окатанной до угловатой, также выделяются щепковидные реликты выщелоченных зерен. Медианный диаметр зерен (Md) варьирует от 0,10 до 0,23 мм. Закономерности в изменении размеров зерен по пласту не наблюдается.

По данным количественного анализа, в составе большинства изученных песчаников зерна кварца составляют 42-54%, калиевых полевых шпатов – 12,6-20,2%, плагиоклазов – 2,4-4,3%, обломков пород – 26,7-38,3%. Согласно классификационной диаграмме В.Н. Шванова [1] песчаники относятся к кварцевым грауваккам.

Цемент распространен неравномерно, на его долю приходится не более 5% объема породы. По составу цемент полимиктовый, преобладающим компонентом в нем является каолинит (1,8%), который заполняет поры между зёрнами, образуя поровый тип цементации. В меньшей мере развит пленочный гидрослюдистый (1,2%) и хлоритовый (0,5%) цемент. В отдельных участках формируются агрегаты мелкозернистого сидерита. Кроме того, отмечается развитие регенерационного кварцевого цемента. Также цементация обломков происходит за счет формирования линейных и вогнутых конформных контактов.

Были рассмотрены особенности строения пустотно-порового пространства песчаников, при описании которого была использована типизация и классификация пор, опубликованная в работе [2]. В песчаниках изучаемого разреза развиты межзерновые, внутризерновые и межкристаллитные поры, морфология и размер пор определяется процессами растворения и регенерации зёрен. Для пород характерно преобладание крупных, часто сообщающихся между собой межзерновых пор размером от 0,04 до 1 мм. Также хорошо развита внутризерновая пористость, образованная за счёт частичного растворения обломков. Она наиболее ярко проявляется в зернах полевых шпатов при растворении по спайности и двойниковым швам, а также при выщелачивании обломков пород (эффузивов). Размеры внутризерновых пор варьируют в пределах от 0,01 до 0,15 мм (рис. 1). Межкристаллитные поры развиты в меньшей степени, наблюдаются между пакетами раскристаллизованного каолинита, размер таких пор менее 0,01 мм.



Образец 157, глубина 2885,52 м.  
Без анализатора

а) Образец 157, глубина 2885,52 м.  
Без анализатора

б) Образец 158, глубина 2885,73 м.  
Без анализатора

Рис. 1 Межзерновое и внутризерновое поровое пространство в песчанике пласта Ю<sub>1</sub><sup>3-4</sup>

Рис. 2 Пустотно-поровое пространство в песчаниках с разными значениями проницаемости: а) проницаемость – 5,58 мД; б) проницаемость – 129, 86 мД

Часть пор в песчаниках заполнена органическим веществом, содержание которого по данным количественного подсчета в шлифах изменяется от 1 до 2 %. Крупные поры остаются свободными.

Изучение шлифов песчаников с различными значениями проницаемости показало, что проницаемость напрямую зависит от типа пористости и размеров пор (рис. 2). Для песчаников с меньшими значениями проницаемости характерно преобладание изолированных межзерновых пор, размером менее 0,1 мм. Также в них отмечено развитие внутризернового порового пространства, размер пор этого типа составляет в среднем 0,01-0,02 мм, реже до 0,04 мм (рис. 2, а). В песчаниках с более высокими значениями проницаемости преобладают межзерновые, сообщающиеся между собой поры, размером от 0,2 мм (рис. 2, б).

Внутризерновые поры значительно уступают по объему межзерновым, размер пор варьирует от 0,01 до 0,07, иногда достигает 0,1 мм в сильно растворенных зернах полевых шпатов. Таким образом, можно сделать вывод о том, что фильтрационно-емкостные свойства песчаников существенно зависят от постседиментационных процессов. Песчаники претерпели позднекатагенетические преобразования, о чем свидетельствуют развитие кварцевого регенерационного цемента, развитие конформных контактов. Но основное влияние на параметры пустотно-порового пространства оказали наложенные процессы выщелачивания и растворения обломочной части.

#### Литература

1. Бетхер О.В., Вологодина И.В. Осадочные породы. Систематика и классификация. Приёмы описания: Учебное пособие. – Томск: ЦНТИ, 2016. – 118 с.
2. Недоливко Н.М. Эволюция пустотно-порового пространства в зонах водонефтяных контактов // Известия Томского политехнического университета, 2010. – С. 99–107.

**КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЛЯ  
ПРОГНОЗА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПЕСЧАНЫХ ТЕЛ-ЛОВУШЕК НЕОКОМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ  
(ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)**

**Е.С. Витюк**

Научный руководитель доцент Л.К. Кудряшова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В настоящее время постановка и решение проблем прогнозирования литолого-фациальных характеристик пластов-коллекторов является весьма актуальной задачей. Для надежного прогноза распространения коллекторов и сложно построенных ловушек существует необходимость достоверного картирования литологических замещений, изменений толщин коллекторов и стратиграфических комплексов в целом, а также восстановления детальной истории осадконакопления.

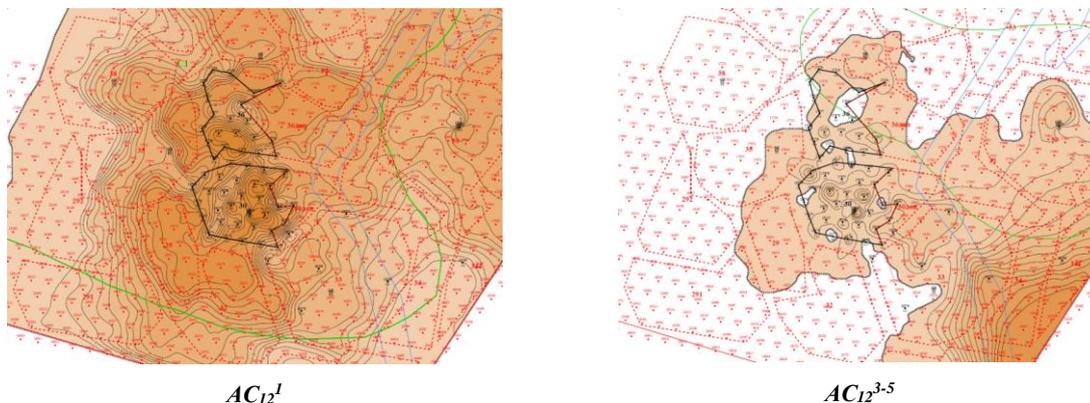
Широкое развитие получили новые подходы к изучению истории осадконакопления, наряду со значительной модернизацией уже существующих методик. Например, для разработки седиментационных моделей шире используются каротажные диаграммы, а при решении задач литолого-фациального анализа привлекаются данные сейсморазведки, а для восстановления истории осадконакопления также широко применяются результаты литологического гранулометрического анализа и изучения фациальных последовательностей осадочных толщ [2].

Поэтому цель работы заключается в изучении геологического строения и уточнения прогноза распространения песчаных тел – ловушек на одном из месторождений Западной Сибири.

Месторождение расположено в центральной части Западно-Сибирской равнины, в Ханты-Мансийском автономном округе Тюменской области. Территория приурочена к Приобскому нефтегазоносному району Фроловской нефтегазоносной области Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.

В настоящее время одним из важнейших источников прироста запасов углеводородов являются глубокозалегающие горизонты месторождения. Залежи характеризуются сложным геологическим строением и неоднородностью фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) коллекторов. Эффективность поисков, разведки и разработки подобных залежей определяется степенью достоверности геологических моделей. Для создания более точных моделей сложнопостроенных залежей геологические объекты целесообразно рассматривать не как единое целое, а выделять в них составные части. Дискретизацию сложных объектов часто осуществляют методами классификационных построений. Одним из таких методов является фациальный анализ, согласно которому изучаемый геологический объект разбивается на участки различных отложений (фаций), в зависимости от их литологии, палеогеографических условий и обстановок осадконакопления. И дальнейшее изучение ряда свойств этого объекта выполняют не в целом, а для каждой фации в отдельности.

Продуктивные пласты изучаемого месторождения связаны с песчаными неокотскими отложениями, которые представляют собой чередование песчаников, алевролитов, глин, имеют достаточно сложное геологическое строение линзовидного характера. В центральной части Западной Сибири выделяются клиноформные тела, которые перекрыты выдержанными глинистыми пачками в неокотском разрезе [1]. Продуктивные горизонты характеризуются низкими фильтрационно-емкостными свойствами. Средняя пористость пластов – 18,2%. Нефтеносные горизонты представлены низкопроницаемыми коллекторами: средняя проницаемость пласта АС<sub>12</sub> –  $2,4 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>. Средняя нефтенасыщенность по ГИС пласта АС<sub>12</sub> – 50%. В разрезе продуктивные горизонты разделяются мощными выдержанными толщами глин, что позволяет с уверенностью предположить отсутствие межпластовых перетоков. Водоносные и водонефтяные зоны отсутствуют.



**Рис. 1** *Карты нефтенасыщенных толщин пластов исследуемого района*

Район исследований фациально приурочен к отложениям проксимальной зоны конуса выноса на юге, с переходом в средние зоны конуса в северном направлении и характеризуется низкими фильтрационными свойствами пласта и пониженной нефтенасыщенностью коллектора. При значительных площадных вариациях коллекторских свойств резервуара, положение ВНК будет зависеть от значений ФЕС, характерных для данного локального участка залежи.

Рассмотрим более подробно нефтенасыщенные толщи на примере пластов АС<sub>12</sub><sup>1</sup> и АС<sub>12</sub><sup>3-5</sup> (рис.). Основным пластом района является АС<sub>12</sub><sup>1</sup>, средние нефтенасыщенные толщины – 18,7 м, проницаемость по ГИС – 3,6 мД. Пласт АС<sub>12</sub><sup>3-5</sup> распространён не повсеместно, в исследуемом районе вскрыт в границах куста №33, при этом его средняя нефтенасыщенная толщина около 5 м, проницаемость по ГИС – 3 мД.

Изучаемое месторождение (южная часть) большое по размерам 66 x 44 км, что уже, само по себе затрудняет создание одной единой 3D модели. Кроме того, клиноформное строение продуктивных отложений определяет сложную геометрию залежей, неравномерное распределение коллектора в разрезе и по латерали, сильную изменчивость фильтрационно-емкостных свойств в его пределах. Для построения трехмерной геологической модели необходимо создать структурную модель с наиболее точным представлением о строении месторождения, которая, в свою очередь определяется корреляционными границами пластов. Подтверждением этого, как правило, является адекватная картина литологического распределения коллекторов. От качества выполнения детальной корреляции зависит точность подсчета запасов, и как следствие, обоснованность технологических решений при разработке.

Основой каркаса геологической модели является построение структурных карт по кровле и подошве пластов. Структурные поверхности получены по результатам сейсмической интерпретации в глубинном измерении и геологическим маркерам по скважинам.

Таким образом, построение геологической модели выполняется в целях дальнейшего изучения и уточнения геологического строения месторождения, более детального анализа и оценки текущего состояния разработки. Качественная и детальная геологическая модель позволяет повысить надежность и адекватность прогнозных расчетов показателей разработки, а вместе с тем наиболее полно и достоверно определить недостатки системы разработки, принять обоснованные решения по ее усовершенствованию.

#### Литература

1. Карогодин Ю.Н., Ершов С.В., Конышев А.И., Разяпов Р.К. Фациально-палеогеоморфологические условия формирования песчаных тел клиноформ-циклитов Приобской зоны нефтенакопления // Геология нефти и газа. – Москва, 1995. – №5. – С. 11–16.
2. Приобская нефтеносная зона Западной Сибири: Системно-литологический аспект / Ю.Н. Карогодин, С.В. Ершов, В.С. Сафонов и др.; Науч. ред. акад. А.А. Трофимук. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 1996. – 252 с.

### ИЗУЧЕНИЕ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПЛАСТОВ-КОЛЛЕКТОРОВ С ПОМОЩЬЮ ИНДИКАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

**А.В. Волкова**

Научный руководитель доцент Л.К. Кудряшова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Актуальным вопросом на сегодняшний день является изучение месторождений со сложным геологическим строением, находящихся на III-IV стадии разработки. Текущие параметры разработки месторождений изучаются с помощью гидродинамических исследований скважин (ГДИС), в частности с помощью трассерных исследований, которые дают детальное представление о распределении фильтрационных потоков по пласту, что позволяет предотвратить обводнение добывающих скважин с помощью изоляции промытых высокопроницаемых зон. Поэтому цель работы изучить геологическое строение и уточнить изменение фильтрационных параметров по площади с помощью трассерных исследований на примере месторождения Широкого Приобья.

Месторождение расположено в центральной части Западно-Сибирской равнины. В Ханты-Мансийском автономном округе Тюменской области. Изучаемая территория приурочена к Приобскому НГР Фроловской нефтегазоносной области Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Основные продуктивные пласты изучаемого месторождения связаны с песчаными неоккомскими отложениями – горизонты АС<sub>12</sub>, АС<sub>11</sub>, АС<sub>10</sub>, АС<sub>9</sub>, АС<sub>8</sub>, АС<sub>7</sub>, представленные чередованием прослоев песчаников, алевролитов и глин. Пласты группы АС имеют сложное геологическое строение – клиноформный (линзовидный) характер, смещаясь снизу-вверх с востока на запад. В неоккомском разрезе центральной части Западной Сибири выделяются клиноформные тела, перекрывающиеся выдержанными глинистыми пачками. Клиноформные тела черепицеобразно налегают друг на друга, постепенно смещаясь в западном направлении. В разрезе вкрест простирания клиноформа напоминает криволинейную трапецию, боковые стороны которой наклонены на запад и несколько выполаживаются при приближении к основаниям, причем верхнее основание вытянуто на восток от точки выполаживания правой стороны трапеции [1, 3].

На побережьях мелководных морей с терригенной седиментацией в переходной зоне (располагающейся между средними глубинами воздействия слабых и штормовых волн) чередуются образовавшиеся в спокойных условиях тонкослоистые глинисто-алевритовые слои и отлагающиеся во время штормов тонкослоистые алевритово-песчаные или песчаные слои. В дальней зоне ниже уровня воздействия штормовых волн отлагаются преимущественно тонкозернистые осадки (подводный конус выноса). Фации нижней части предфронтальной зоны, представленные переслаиванием алевритов и песков, в направлении берега заменяются преимущественно песчаными отложениями, хорошо сортированными фациями нижнего пляжа (склон дельты). Эта тенденция увеличения тонкозернистости осадков от суши в направлении проделты нарушается в штормовых условиях: пляжевая и частично дальняя зона интенсивно эродируются, осадки переоткладываются в лагунах и выносятся в сторону моря, образуя штормовые слои (рис. 1) [2].

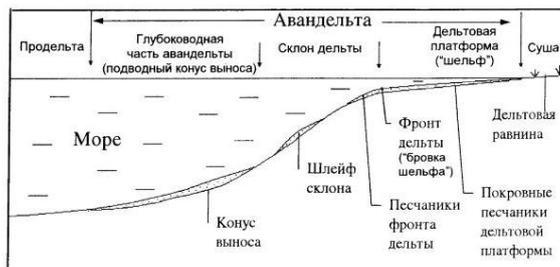


Рис. 1 Палеогеографические элементы авандельты

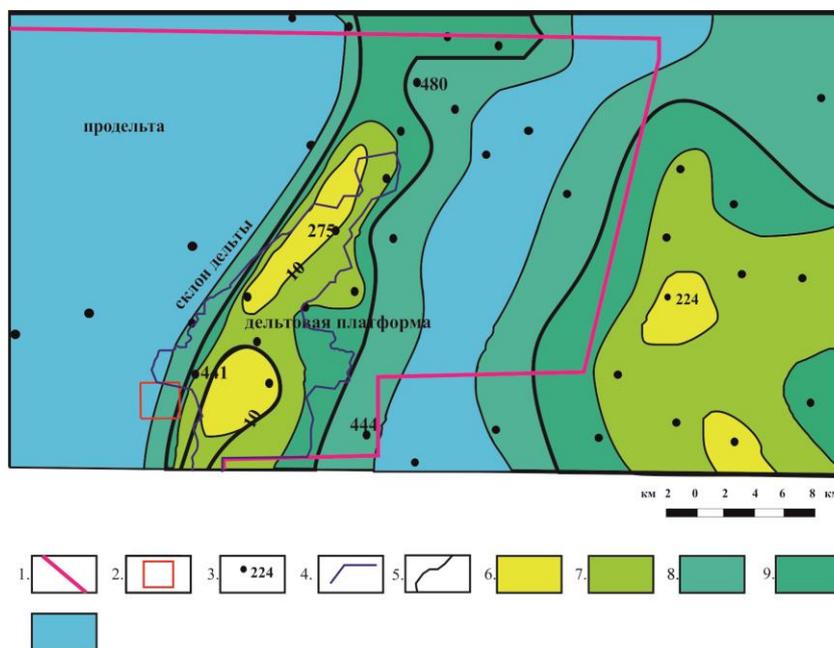
Рассмотренная схема формирования клиноформ применима и для изучаемого месторождения. Детально проанализируем ее на примере одного из продуктивных пластов АС<sub>10</sub><sup>1-3</sup>. Согласно палеоструктурной карты (рис. 2), основные запасы пласта АС<sub>10</sub><sup>1-3</sup> категории А связаны с отложениями дельтовой платформы и фронтом дельты, а на остальной территории месторождения – склон дельты и продельта – распределены запасы категории В<sub>1</sub>.

Обращает на себя внимание участок переходного строения – от фронта дельты к продельте. В пределах данной территории пробурен куст скважин, характеризующийся отличной системой разработки от всего месторождения в целом. В отличие от всего месторождения, имеющего линейную, двурядную сетку скважин, исследуемый участок имеет семиточечную сетку скважин, предотвращающую преждевременное обводнение добывающих скважин. Скважинами вскрыты отложения фаций III-V типов.

Третий тип фаций представлен песчаниками фронта дельты, вдоль которого нередко формируются продуктивные пласты повышенной толщины. Обломочный материал через дельтовую платформу переносится транзитом и в зоне резкого увеличения глубины палеобассейна осаждается. Терригенные отложения, представлены образованиями шлейфов склона, продуктами подводных конусов выноса и продельты. С аналогичным типом осадков связаны основные запасы нефти месторождений этой зоны.

Четвертый тип фаций представлен песчаными телами шлейфов склона. В промышленном отношении размеры залежей, фильтрационно-емкостные свойства коллекторов и т.д., наименее перспективны, что предопределено главным образом палеогеоморфологией склона.

Пятый тип фаций представлен образованиями турбидитных подводных конусов выноса, песчаный материал которых большей частью откладывался у подножия склона.



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- 1 - границы лицензионного участка; 2 - границы исследуемого участка; 3 - поисково-разведочные скважины; 4 - границы запасов; 5 - границы фаций, фации: 6 - II типа, 7 - III типа, 8 - IV типа, 9 - V типа, 10 - VI типа.

Рис. 2 Карта распространения песчаных тел пластов АС<sub>10</sub><sup>1-3</sup> Приобской нефтеносной зоны

Таким образом, столь сложные условия осадконакопления напрямую влияют и на распределение фильтрационно-емкостных свойств пород по площади. Значение пористости по пласту АС<sub>10</sub><sup>1-3</sup> варьируется в среднем 18,0-19,7 %, проницаемость – от 0,2\*10<sup>-3</sup> до 10<sup>-2</sup> мкм<sup>2</sup>.

Значения пористости и проницаемости варьируются: для фаций III типа – от 17,4 до 19,6 и от  $1,3 \cdot 10^{-3}$  до  $5 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup> соответственно. Для IV типа – пористость составляет от 15,7 до 17,4 %, проницаемость – от  $0,5 \cdot 10^{-3}$  до  $1,3 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>. Для V типа – пористость составляет <15,7 %, проницаемость < $0,5 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>.

Учитывая все сложности условий осадконакопления, можно сделать вывод, что для исследуемого участка пласта АС<sub>10</sub><sup>1-3</sup> относительно всей площади месторождения необходимо провести дополнительное исследование фильтрационных параметров, в том числе с применением индикаторного метода исследований.

Индикаторный (трассерный) метод основан на введении в нагнетательную скважину меченой искусственным индикатором жидкости. Происходит отеснение к контрольным добывающим скважинам меченой жидкости путем непрерывной подачи воды в контрольную нагнетательную скважину. Одновременно начинается наблюдение за добывающими скважинами, производится отбор проб. В ходе изучения изучаемой территории были построены сравнительные карты распределения фильтрационных параметров по данным ГИС, а также согласно результатам трассерных исследований. Исходя из результатов индикаторных исследований, можно сделать вывод, что фильтрационные свойства пласта-коллектора в межскважинном пространстве нагнетательной скважины различны – отсутствует радиальность заводнения. Для оценки в межскважинном пространстве фильтрационно-ёмкостных свойств наиболее информативными и детальными являются методы, показывающие непосредственный процесс фильтрации жидкости в пластовых условиях. Одним из наиболее детальных методов изучения межскважинного пространства является индикаторный (трассерный) метод исследования, который наглядно показывает, как происходит распределение нагнетаемой жидкости по пласту. Это необходимо для предотвращения обводнения добывающих скважин и равномерного распределения нагнетаемой жидкости по пласту.

Таким образом, результаты трассерных исследований позволяют определить скважины-кандидаты для проведения на них мероприятий по выравниванию профиля приемистости (ВПИ). Технология ВПИ основана на периодической закачке в нагнетательные скважины композиции химических реагентов вязкоупругого состава. В течение определенного времени происходит образование геля, уменьшающего поглощение воды высокопроницаемыми каналами и вовлечение в работу нефтенасыщенных слоев пониженной проницаемости. При дальнейшем закачивании в пласт воды происходит постепенное растворение геля, что приводит к загущению и созданию остаточного фактора сопротивления для последующей фильтрации закачиваемой воды.

В заключение стоит отметить, что в сложных геологических условиях необходимо проводить комплексное изучение территории, в том числе, отслеживая изменения текущих параметров разработки. Индикаторный метод – один из наиболее эффективных методов обнаружения высокопроницаемых каналов. Зная распределение ФЕС не только в скважине, но и в межскважинном пространстве, возможно быстро и качественно проводить изоляцию промытых зон – предотвращая обводнение добывающих скважин.

#### Литература

1. Волков В.А. К вопросу о механизме образования неоконских клиноформ Западной Сибири // Вестник Недропользователя Ханты-Мансийского автономного округа. – 2014. – №26.
2. Приобская нефтеносная зона Западной Сибири: Системно-литологический аспект / Ю.Н. Карогодин, С.В. Ершов, В.С. Сафонов и др.; Науч. ред. акад. А.А. Трофимук. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 1996. – 252 с.
3. Фациально-палеогеоморфологические условия формирования песчаных тел клиноформ-циклитов Приобской зоны нефтенакопления / Ю.Н. Карогодин, С.В. Ершов, А.И. Кобышев и др. // Геология нефти и газа. – М., 1995. – №5. – С. 11–16.

### ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ГОРИЗОНТА Ю<sub>1</sub> В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ СРЕДНЕВАСЮГАНСКОГО МЕГАВАЛА НА ПРИМЕРЕ МЫЛЬДЖИНСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В.И. Воробьёв, В.А. Роотс

Научный руководитель, доцент Недролівко Н.М.

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Мыльджинское нефтегазоконденсатное месторождение расположено в Каргасокском районе Томской области (рис. 1) и, согласно нефтегазогеологическому районированию, относится к Васюганской нефтегазоносной области Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Месторождение находится в окружении таких месторождений как Ключевское, Средненюрольское, Верхнесалатское, Южно-Мыльджинское. В тектоническом плане Мыльджинское месторождение располагается в пределах южной части центральной Западно-Сибирской складчатой системы герцинского возраста. Согласно «Тектонической карте юго-востока Западно-Сибирской плиты», Мыльджинский вал по отложениям осадочного чехла находится на востоке Среднеvasюганского мегавала, на границе с Усть-Тымской впадиной.

Продуктивность месторождения связывается с отложениями юрской системы, которая, в соответствии с региональной стратиграфической шкалой, представлена средним и верхним отделами, объединяющими тюменскую, васюганскую, георгиевскую и баженовскую свиты. Основной объект разработки на месторождении – позднеюрский горизонт Ю<sub>1</sub> – соответствует верхневасюганской подсвите, с постепенными переходами сменяющей мелководно-морские алевритоглинистые отложения нижневасюганской подсвиты. Горизонт перекрывается морскими глинистыми породами георгиевской и относительно-глубоководными битуминозными аргиллитами баженовской свиты.

Сложная история формирования верхневасюганской подсвиты обусловила чередование в разрезе песчаных, алевритовых и глинистых пород различного генезиса (от мелководно- и прибрежно-морских до континентальных),

## СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

содержащих прослой камня угля (сверху вниз по разрезу проиндексированные как  $U_1^0$ ,  $U_1$ ,  $U_1^a$ ,  $U_1^b$ ,  $U_1^b$ ) различной толщины и степени выдержанности (рис. 2). Расчленение разреза проведено по кровле угольных пластов.

В разрезе выделены 3 толщи:

- надугольная – от подошвы георгиевской свиты до кровли угля  $U_1$  (в составе которой прослеживаются прибрежно-морские песчаные пласты  $Ю_1^2$  и  $Ю_1^1$ );
- междуугольная – от кровли угля  $U_1$  до кровли  $U_1^a$  (с невыдержанными континентальными генезиса песчаными пластами  $Ю_1^3$  и  $Ю_1^3$ );
- подугольная – от кровли  $U_1^a$  до подошвы нижневасюганской подсвиты (с двумя песчаными пластами  $Ю_1^3$  и  $Ю_1^4$  прибрежно-морского происхождения).

Горизонт  $Ю_1$  отражает сложную историю формирования позднеюрских осадков и регрессивно-трансгрессивный этап осадконакопления. При его пространственном расположении просматриваются черты унаследованности морфологии дна нижневасюганского бассейна осадконакопления. На востоке и северо-востоке площади рельеф имел более приподнятые формы, что обусловило накопление песчаных, алевритово-песчаных, алевритовых осадков, в основном характерных для присводово-склоновых типов фаций [3].

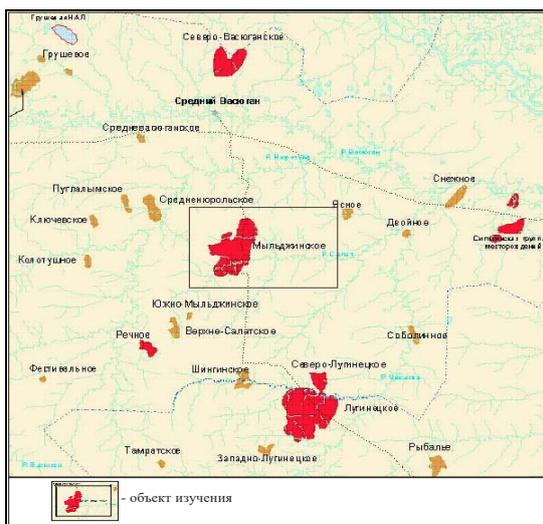


Рис. 1 Расположение Мыл'dжинского месторождения

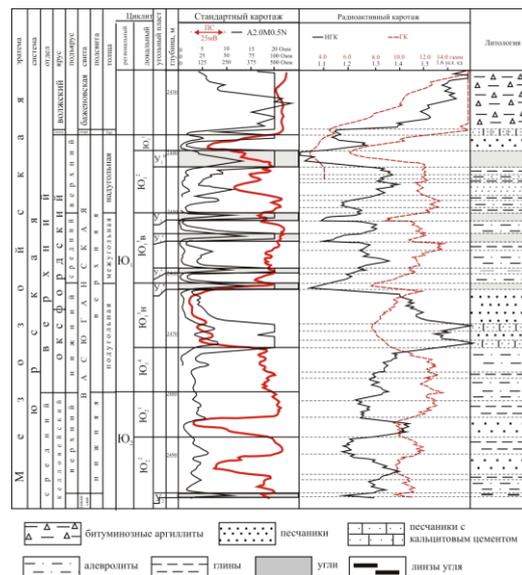


Рис. 2 Схема расчленения и литолого-геофизический разрез средневерхнеюрских отложений Мыл'dжинского месторождения (по скважине 37Р)

Пласт  $Ю_1^4$  имеет регрессивное происхождение, сформирован на фоне отступления моря и уменьшения глубины бассейна седиментации. В основании он сложен глинисто-алевритовыми отложениями, переходящими в алевриты, иногда с прослоями мелкозернистых песчаников (в кровле).

Пласт  $Ю_1^3$  (нижний) формировался на фоне расширяющейся регрессии, отступления моря, обмеления морского бассейна и приближения береговой линии. Он сложен хорошо выраженными песчаниками с глинистым, иногда кальцитовым цементом. Вверх по разрезу песчаники сменяются маломощными пластами алевритов, переходящих в глинистые породы. Далее эти отложения перекрываются угольным пластом  $U_1^b$ .

Пласт  $Ю_1^3$  (верхний) формировался в континентальных условиях. Он представлен чередованием песчано-алевритовых, глинистых и углито-глинистых отложений. В кровле циклита выделяется мощный (средняя толщина около 1 м) угольный пласт  $U_1$ .

Пласт  $Ю_1^2$  формировался при трансгрессии моря на сушу. Он представлен в основании песчаниками и песчано-алевритовыми отложениями, вверх по разрезу сменяющимися алевритоглинистым переслаиванием и глинами.

Пласт  $Ю_1^1$  формировался при усилении трансгрессии. Он сложен преимущественно песчано-алевритовыми и глинистыми отложениями, с хорошо выраженными прослоями глин толщиной от 0,3 до 2 метров.

### Литература

1. Белозеров В.Б., Даненберг Е.Е., Ковалева Н.П. Особенности формирования песчаных тел в средневасюганских отложениях юго-востока Западно-Сибирской плиты // Проблемы геологии и нефтегазоносности верхнепалеозойских и мезозойских отложений. – Новосибирск, 1984. – С. 23–32.
2. Ежова А.В., Тен Т.Г., Полумогина Е.Д., Сердюк З.Я. Условия образования верхнеюрских отложений на Мыл'dжинском нефтегазоконденсатном месторождении // Материалы региональной конференции геологов Сибири Дальнего Востока и Северо-Востока России / Глав. редактор А.В. Комаров. – Томск, 2000. – Т. 1. – С. 218–221.
3. Сурков В.С., Жеро О.Г. Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. – М.: Недра, 1981. – 142 с.

**ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ВЕРХНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ В ПРЕДЕЛАХ ПАРАБЕЛЬСКОГО МЕГАВАЛА**

**М.А. Воронин**

Научный руководитель доцент Л.К. Кудряшова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Изучаемое месторождение расположено на территории Каргасокского района Томской области. Промышленная продуктивность связана с песчаными пластами Ю<sub>1</sub><sup>3-4</sup> и Ю<sub>1</sub><sup>1-2</sup> горизонта Ю<sub>1</sub>.

Литологически эти пласты представлены песчаниками светло-серыми, разнозернистыми, плохо отсортированными, с редкими пропластками темно-серых аргиллитов, алевролитов, иногда с включениями псефитовых разностей. Пласты не выдержаны по простиранию и имеют строение линзовидных тел, отражающих континентальные условия их осадконакопления

В ходе анализа особенностей строения пласта Ю<sub>1</sub><sup>3-4</sup> было выявлено, что формирование отложений пласта происходило в переходной зоне море-континент. И в южной части площади развиты разрезы с регрессивным строением седиментационных циклитов. В отличие от северной части, где выделяются либо блокового строения пески, либо разрезы, имеющие трансгрессивное изменение размера зерен вверх по разрезу.

Формирование столь разных типов отложений обусловлено тектоническими процессами и палеорельефом. Южная часть площади являлась поднятой частью территории на момент формирования отложений пласта Ю<sub>1</sub><sup>3-4</sup>, северная же являлась отрицательным структурным элементом.

Седиментационной моделью, которая может объединять континентальную и морскую седиментацию и отражать накопление отложений разных фаций в поднятой и погруженной частях площади при достаточно малом перепаде высот, является модель приливного эстуария, где обломочный материал поступает преимущественно со стороны моря. В ее рамках присутствуют две различные фациальные зоны:

1. Непосредственно тело эстуария, в центральной части которого концентрируется песок, а отложения алеврита и илов распространены в его краевых частях. Особенностью песчаных осадков в конкретно данном случае является их накопление в каналах, ориентированных в направлении приливо-отливных течений.

2. Комплекс аллювиальной равнины, отложения которого характеризуются алевролитовым типом разреза.

Песчаные отложения пласта Ю<sub>1</sub><sup>1-2</sup> формируются здесь только в периоды максимальных приливов, когда вся территория представляет собой затопленную часть эстуария.

Сложен пласт двумя толщами, при формировании которых доминирующими были речные процессы осадконакопления. Реки в простейшей классификации делятся на два типа: меандрирующие и спрямленные.

Главным отличием первых является наличие в них аккреционного комплекса отложений, сложенного песчаным материалом и накапливающегося во внутренней части меандров. В то время как для спрямленного типа рек этот комплекс отсутствует, и единственным резервуаром являются отложения прирусловых валов и непосредственно самого руслового канала, при удачном стечении обстоятельств (отсутствия его глинизации в последних стадиях жизни русла).

Развитые на территории исследования основная и каргасокские реки принадлежат к типу спрямленных. Однако при детальном их рассмотрении становится очевидно, насколько они отличаются друг от друга.

Рассмотрим строение песчаных циклов в одной из скважин, важно, что они развиты в обеих пачках: надугольной и межугольной. Это говорит о длительном сохранении положения русла реки на протяжении накопления отложений пласта Ю<sub>1</sub><sup>1-2</sup> с недолгим перерывом между двумя пачками в момент повсеместного накопления угольного пропластка. Оба песчаных тела имеют резкий подошвенный контакт и имеют постепенное уменьшение зернистости к кровле седиментационного цикла.

В другой скважине песчаное тело находится в интервале межугольной пачки, и его подошвенный контакт не такой резкий, возможно, из-за большей удаленности от палеорула.

Менее представительной в плане русловых отложений, является третья скважина. В ней вскрыты отложения прирусловых валов, формирующиеся на начальной стадии существования реки. В момент, когда река еще полна энергии, песчаный материал накапливается на больших расстояниях от русла. Далее энергия потока ослабевает, и на смену алевролитово-песчаным отложениям приходят завершающие разрез седиментационного цикла глинистые разности. Важным моментом является то, что эти алевролитовые отложения не содержат угля, потому как формировались в речной обстановке, не в застойной, как например, отложения, вскрытые другой скважиной, в которой сформировался мощный пласт угля во время накопления надугольной толщи.

Такое полифациальное строение горизонта Ю<sub>1</sub> объясняют высокую степень латеральной изменчивости. В разрезах скважин, пробуренных на расстоянии 500 м друг от друга, эффективные толщины варьируют от 4 до 13 м. При этом меняются не только емкостные характеристики, но и строение пластов (форма кривой ПС).

Стоит отметить, что для выбора обстановок осадконакопления для обоих пластов явно недостающим звеном являлись седиментологические исследования по керну, которые позволили бы сильно сузить риски, связанные с выбором той или иной седиментационной модели.

**АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ФЛЮИДУПОРОВ РИФОГЕННЫХ ЗАЛЕЖЕЙ  
ФРАНКО-ФАМЕНСКОГО ВОЗРАСТА В ПРЕДЕЛАХ ЮЖНОЙ ЧАСТИ САМАРСКОЙ  
ОБЛАСТИ**

**А.О. Вязовкина**

Научный руководитель доцент В.В. Гусев

*Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия*

В настоящее время, когда фонд ловушек антиклинального типа на территории Самарской области, как и в других старых нефтедобывающих регионах, в значительной степени истощён, наиболее актуальным стал вопрос о поисках и выявлении ловушек нефти и газа неантиклинального типа. В результате сейсморазведочных работ МОГТ-3Д, по характеру волнового поля были выделены ловушки рифогенного типа в отложениях франско-фаменского возраста.

Приоритетной задачей для дальнейших геологоразведочных работ является изучение карбонатных отложений верхнего девона на предмет выделения как биогермных образований во франско-фаменских отложениях, так и изучения зон развития покровов, играющих определяющую роль в сохранении залежей углеводородов (УВ).

В рамках данной работы проанализирована геолого-геофизическая информация по 25 ЛУ сейсмических исследований МОГТ-3Д и 31 ЛУ МОГТ-2Д, оценено качество сейсмической информации. На основании данных глубокого бурения проведена стратификация разреза франско-турнейских отложений. В результате проведённых исследований на основе увязки скважинных и сейсмических материалов МОГТ-3Д и МОГТ-2Д были выделены целевые интервалы на сейсмических разрезах, в пределах которых по характерному набору параметров волнового поля выделены постройки рифогенного типа.

На основании анализа волнового поля, с учётом вышеперечисленных критериев, на временных разрезах профилей МОГТ-3Д, были выделены зоны развития построек рифогенного типа.

Контуры выявленных рифогенных построек были увязаны со сводными структурными построениями по отражающим горизонтам С1т, D3fm, D3tm и картой изопахит интервала D3tm-С1т.

В результате было установлено, что наиболее благоприятными зонами развития построек рифогенного типа являются бортовые (в большей степени внешняя) зоны Муханово-Ероховского прогиба (МЕП).

Однако не все поднятия, содержащие постройку рифогенного типа в отложениях франско-фаменского возраста, являются промышленно-нефтеносными по этим отложениям. Основным условием скопления и сохранения залежей УВ в ловушках рифогенного типа является не только наличие самой ловушки и коллектора, но и наличие надёжной покровышки. Надёжной покровышкой для залежей нефти в пласте Дл заволжского надгоризонта является терригенно-карбонатная пачка малевского возраста.

Построена серия схем корреляции, пересекающих различные зоны (забортовую, внешнюю, внутреннюю бортовую и осевую) Муханово-Ероховского прогиба, определены типы разреза и мощность отложений малевского возраста, характерные для каждой зоны.

На основании схем корреляции с привлечением данных бурения, где стратификация разреза отвечает малевскому реперу, была построена схематическая карта мощности отложений малевского горизонта. Проанализированы мощности малевского горизонта относительно зон МЕП.

Составлена схема развития отложений малевского возраста, характеризующая степень надёжности покровышки, относительно зон МЕП и осложняющих их построек седиментационного типа.

Из объектов, подготовленных к постановке глубокого бурения на ЛУ МОГТ-3Д, были определены ловушки седиментационного типа, представляющие интерес для поисков залежей УВ в отложениях заволжского надгоризонта. Произведено их ранжирование относительно зон МЕП и надёжности покровышки.

Качество глинисто-карбонатной покровышки зависит не только от общей мощности малевского горизонта, но и от количества и толщины слагающих её глинистых прослоев.

Для определения критериев выделения надёжной покровышки проведен анализ малевской толщи в скважинах с установленной нефтеносностью пласта Дл и ДЗфам по результатам перфорации, ГИС и керна.

По каждой скважине проведен анализ как общей мощности малевской толщи, так и количества, и мощности глинистых прослоев (таблица).

*Таблица*

*Анализ глинистых прослоев по скважинам*

Скважина	Общая мощность малевского горизонта	Количество глинистых прослоев	Суммарная мощность глинистых прослоев	Минимальная мощность глинистого пропластка	Максимальная мощность глинистого пропластка	Зона МЕП
A	1.2	2	2.4	1.2	1.3	"внешняя"
B	5.6	2	2.1	0.9	1.2	"внешняя"
C	7.9	1	2.5	2.5	2.5	"внешняя"
D	7.9	2	2.3	0.5	1.8	"внешняя"
E	6.3	1	6.3	6.3	6.3	"внутренняя"
F	4.6	1	4.6	4.6	4.6	"внутренняя"
G	9.6	3	4.5	1.1	2.2	"внешняя"
H	11.3	5	4.8	0.6	1.7	"внешняя"

Оценка флюидоупоров по материалам ГИС позволила дать литологическую характеристику флюидоупоров.

Для флюидоупоров основными составляющими критерия выделения являются - уменьшение карбонатной составляющей, а также увеличение глинистости разреза.

На основе проведенного исследования можно сделать предварительный вывод о том, что минимальная мощность глинистых прослоев, достаточной для формирования надежной покрышки составляет 2 м при условии, что ниже присутствуют плотные карбонаты.

Выделение перспективных объектов, с учетом распространения флюидоупоров по надежности позволит минимизировать геологические риски и неопределенности при заложении скважин, и тем самым повысит эффективность ГРП.

#### Литература

1. Мкртчян О.М. Закономерности размещения структурных форм на востоке Русской плиты. – М. Наука, 1980. – 135 с.
2. Рифы Урало-Поволжья, их роль в размещении залежей нефти и газа и методика поисков. – М.: Недра, 1974. – 151 с.

### ОСОБЕННОСТИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КВАРЦЕВЫХ ПЕСЧАНИКОВ В НЕФТЯНЫХ ЗАЛЕЖАХ НА ПРИМЕРЕ ДЕМКИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

**Р.Р. Габделвалиева, Э.А. Королёв**

Научный руководитель доцент Э.А. Королёв

*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия*

В пределах Татарской нефтеносной области песчаники бобриковского горизонта являются одним из перспективных объектов для нефтедобычи. По предварительным подсчетам в них сосредоточено около 12,0% всех запасов углеводородов данного региона. Интенсивность добычи нефти из продуктивных пластов бобриковского горизонта не равномерна, во многом определяется условиями образования песчаных толщ и особенностями их постседиментационных преобразований [2-5]. Поэтому для оптимизации технологии разработки нефтеносных терригенных пластов, необходимо иметь представление об особенностях, прошедших в них эпигенетических процессов.

В данной работе объектами исследования служили кварцевые песчаники нефтяной залежи Демкинского поднятия, расположенного в пределах восточного борта Мелекесской впадины. На рассматриваемом поднятии песчаный пласт бобриковского горизонта залегает непосредственно на эродированной поверхности известняков турнейского яруса. Кровлей песчаника являются глинистые алевролиты, переходящие выше по разрезу в аргиллиты. Выщелоченные известняки кизеловского горизонта (C<sub>1</sub>кz) совместно с песчаниками (C<sub>1</sub>bb) образуют единый нефтеносный резервуар, покрышкой которого являются плотные алевролиты и аргиллиты. Карбонатная часть резервуара имеет мощность 4,0 м, терригенная – 1,5 м. Относительно небольшие толщины терригенной части коллектора позволяют детально изучить воздействие водонефтяных флюидов на минеральные компоненты песчаников.

Сам песчаный коллектор характеризуется неравномерным распределением углеводородов. Если в подошве и в средней части пласта нефтенасыщенность породы равномерная, придающая песчанику однородную темно-коричневую окраску, то в кровле – пятнисто-полосчатая за счет наличия темно-серых уплотненных участков. Песчаник по составу кварцевый, по структуре мелкозернистый алевролитистый, в кровле глинистый неравномерно известковистый сильно разуплотненный, вследствие чего легко крошится при слабом механическом воздействии.

По данным оптико-микроскопических исследований порода на 85-90% сложена обломками минералов, на 10-15% – цементирующим их материалом. Обломочная часть представлена зернами кварца (99,0%), в меньшей степени чешуйками мусковита и тонкодисперсными зернами полевых шпатов. Аллотигенные компоненты размером от 0,05 до 0,5 мм (преобладают 01-0,25 мм), характеризуются изометричным и удлиненным обликом, преимущественно полуокатанными очертаниями внешних границ. Зерна минералов плотно упакованы в объеме породы, соприкасаясь краями. Преобладают выпукло-вогнутые, конформные контакты взаимного приспособления. Аллотигенные обломки цементированы карбонатно-глинистым цементом, карбонатная часть которого представлена кальцитом, глинистая – каолинитом. Цемент прожилково-стусткового типа неравномерно распределен в объеме породы, образует слойки и прожилки мощностью до 0,25 мм. Глинистый цемент по структуре пелитовый, кальцитовый – тонко-мелкозернистый.

Песчаный коллектор по данным прямых определений фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) характеризуется неравномерной пористостью. В подошве и в средней части пористость составляет 18-22%, проницаемость по напластованию – 56,8-123,5 мД, перпендикулярно напластованию – 51,2-110,6 мД. В кровле нефтяного пласта пористость составляет 10-15%, проницаемость по напластованию – 0,69-68,3 мД, перпендикулярно напластованию – 0,47-58,6 мД. Поры межзерновые, сообщающиеся, размером до 0,1 мм.

Анализ распределения пористости и проницаемости по разрезу в целом показывает на снижение ФЕС от подошвы к кровле песчаного коллектора. Учитывая относительно однородный состав кварцевого песчаника подобную тенденцию можно трактовать, как «затухание» процессов растворения снизу вверх по разрезу. В пользу такой интерпретации говорит и постепенное повышение карбонатности терригенных пород от подошвы к кровле нефтяного пласта C<sub>1</sub>bb.

## СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Детальное изучение песчаных пород-коллекторов при 400 кратном увеличении позволило выявить особенности изменения периферийной структуры минеральных зерен в различных частях песчаного коллектора. В подошве и средней части пласта кварцевые зерна обладают ровной сглаженной поверхностью со слабыми следами коррозии, наростов аутигенных минералов не наблюдается. По периферии зерен кварца в областях плотно соприкасающихся контактов фиксируются следы пластических деформаций в виде параллельных микротрещин. Эти трещины разбивают поверхность кварца на серию субмикроскопических пластинок, в результате чего в областях контактов зерна приобретают волнистое погасание. По периферии многих кварцевых зерен отмечаются полоски Бёма в виде параллельных цепочек газо-жидких и пылеватых микровключений. Согласно работам [1], «бёмовская штриховка» представляет собой плоскости скольжения в минералах, возникшие в результате микродвигов и декорированные включениями окружающей среды. Однако подобные включения, только менее выраженные, встречаются и в местах срастания близко расположенных кварцевых зерен, образующих кластерные агрегаты с однородным погасанием. По-видимому, срастание отдельных минеральных индивидов также сопровождается захватом компонентов из среды минералообразования. Чешуйки мусковита, в отличие от кварца, несут незначительные следы постседиментационных деформаций. Морфология поверхности большей части из них ровная, толщины пластинок выдержанные, лишь к краям наблюдается ступенчатое утоньшение. Относительно крупные пластинки, попавшие на стык кварцевых зерен, слабо изогнуты под действием неравномерной нагрузки. Расщепления мусковитовых чешуек по периферии не наблюдается.

В кровле песчаного пласта морфогенетическая структура минерального скелета породы несколько меняется. В первую очередь это обусловлено развитием здесь относительно интенсивной аутигенной кремнеземистой минерализации. Практически во всех порах отмечаются различные по размерам агрегаты халцедона. Центрами кристаллизации агрегатов являются зоны контактов кварцевых зерен. Фактически рост халцедона начинается в области выхода на поверхность границы соприкосновения между двумя соседними зернами кварца. При этом хорошо прослеживается зависимость между протяженностью границы срастания и морфологией агрегатов халцедона. В случае незначительных размеров области соприкосновения между срастающимися зернами кварца образуется острый угол, из вершины которого развиваются радиально-лучистые щеточки халцедона. В силу геометрического отбора игольчатые кристаллы формируют узкие пучки сростков, которые постепенно веерообразно расширяются по мере удаления от центра роста. Длина игольчатых кристаллов халцедона не превышает 0,1 мм. Судя по особенностям волнистого погасания кристаллов в агрегатах, все они спирально закручены вдоль оси удлинения (L2). Перерывов в их росте не наблюдается. В случае протяженной границы срастания, между кварцевыми зернами образуется тупой угол. Зарождающийся здесь агрегат халцедона получает возможность развиваться не только по нормали к поверхности затравки, но и в боковые стороны. Площадка роста включает в себя не только область контакта срастания, но и прилегающие к нему участки поверхностей кварцевых зерен. За счет этого размеры халцедоновых агрегатов доходят до 0,2 мм. Агрегаты имеют более сложное строение, обусловленное стадийностью поступления минерального вещества. В их основании, как правило, находится один крупный радиально-лучистый сросток из игольчатых кристаллов халцедона. Этот сросток является первой генерацией аутигенной кремнеземистой минерализации. Поверх него нарастает несколько других радиально-лучистых агрегатов, которые, срастаясь, образуют следующий внутренний слой халцедонов второй генерации. Аналогичным образом формируется и периферийный слой. Таким образом, за счет последовательного нарастания новых агрегатов, халцедон увеличивается в размерах. В единичных случаях халцедон, развивающийся в относительно крупных порах, полностью залечивает полость, формируя агатоподобный агрегат, состоящий из нескольких слоев роста кремнеземистых минералов. При этом глинистый цемент постепенно отжимается от стенок поры, концентрируясь в центральной полости.

Помимо образования халцедона, в кровле нефтяного пласта песчаника фиксируются процессы метасоматического замещения кремнеземом исходных аллотигенных минералов. Это наиболее заметно на пластинках мусковита. Многие из них несут следы частичного преобразования в кварц-халцедон. Преобразованием затронуты лишь краевые части мусковитовых пластинок, центральные – как правило, не измененные. Это хорошо видно по характеру поляризационной окраски минералов, яркой пестрой в центрах чешуйчатых пластинок и светло-серой – по их периферии. В процессе кремнистого метасоматоза вторичный кварц-халцедон наследует морфологию первичного мусковита, сохраняя трещинки спайности. Контакты окремнелых участков с неизмененным мусковитом резкие, часто зазубренные. Окремнению часто предшествует расщепление мусковитовых пластинок с торцов за счет отделения чешуек друг от друга вдоль плоскостей спайности. При последующем их замещении халцедоном по периферии мусковита образуются своеобразные кремнистые агрегаты, наподобие «конского хвоста». Помимо аллотигенных пластинок мусковита, метасоматическому замещению кварц-халцедоном подверглись и мусковитовые чешуйки, заключенные в зернах кварца. Особенно те из них, которые расположены в периферийной, наиболее дефектной и трещиноватой части зерен. Линии двойникования и микротрещины, являясь наиболее ослабленными зонами кварца, очевидно, служили путями миграции растворимых соединений кремния. При наличии в канале миграции или близости от него чешуек мусковита происходило полное метасоматическое замещение слюды кварцем-халцедоном с унаследованием структурно-морфологических признаков первичного минерала. Другие микровключения мусковита в кварце, находящиеся вне дефектных областей монокристаллов, остались в неизмененном виде.

Особенности распределения пор и аутигенной минерализации в песчаном коллекторе свидетельствуют о дифференцированности протекания в нем эпигенетических процессов. В нижней и средней части преобладали процессы растворения, в верхней – отложения вторичной минерализации. Косвенно на это указывают данные электронного парамагнитного резонанса, показывающие незначительное содержание радиационных E'-центров в зернах кварца подошвы и в средней части песчаного пласта (E' = 30,4-35,3) из-за растворения дефектных частей кварца, и относительно повышенное – в кровле пласта (E' = 119,0-134,0) из-за халцедона с несовершенной структурой.

Литература

1. Баранов В.А. Микродеформации кварца карбонатных песчаников Донбаса // Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело, 2014. – № 12. – С. 75–86.
2. Королёв Э.А., Бахтин А.И., Ескин А.А., Ханипова Р.Р. Постседиментационные изменения песчаных коллекторов Ашальчинского битумного месторождения // Нефтяное хозяйство, 2016. – № 10. – С. 26–28.
3. Королев Э.А., Нургалиева Н.Г., Смелков В.М., Ескин А.А., Кальчева А.В. Литолого-петрофизические характеристики нефтеносных отложений бобриковского горизонта южного склона Южно-Татарского свода // Нефтяное хозяйство, 2016. – № 10. – С. 17–19.
4. Королев Э.А. Этапность преобразования песчаных коллекторов тульско-бобриковского возраста в эрозионных врезках на территории Татарстана // Учен. зап. Казан. ун-та, Сер. Естеств. Науки, 2014. – Т. 156. – Кн. 3. – С. 87–97.
5. Сахибгареев Р.С. Вторичные изменения коллекторов в процессе формирования и разрушения нефтяных залежей. – Л.: Недра, 1989. – 260 с.

**ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ НА ВОСТОЧНО-ЧИЖАПСКОМ МЕЗОПОДНЯТИИ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

**К.А. Гаврилова**

Научный руководитель доцент Н.М. Недоливко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Россия является одним из признанных мировых лидеров по добыче нефти и газа, но доля трудноизвлекаемых запасов нефти в общем балансе увеличивается и уже превышает 60%. Истощенность традиционных месторождений требует изыскивать новую ресурсную базу, по масштабам сопоставимую с крупнейшими разрабатываемыми нефтегазоносными провинциями. В качестве равноценной альтернативы рассматриваются освоение арктического шельфа и огромного потенциала самой большой в мире сланцевой формации – баженовской свиты, которая развита практически по всей Западной Сибири.

Баженовская свита является одним из наиболее изучаемых, но при этом наименее предсказуемых объектов нефтегазовой геологии в России. Несмотря на кажущуюся изученность, баженовская свита остается непознанным объектом, как для геологов, так и для разработчиков.

Изучение баженовской свиты началось более 50 лет назад. Площадь распространения свиты около 1 млн. кв. км. Глубина залегающих составляет около 2–3 км. Свита образована осадочными породами морского дна в титонском-берриасском ярусах и имеет толщину 10–40 м.

К настоящему времени обнаружено более 70 месторождений с промышленными запасами нефти, однако их точное количество сегодня не может быть названо. В настоящее время коэффициент извлечения нефти из пласта Юо баженовской свиты Салымского месторождения составляет около 7%. Основным при разработке баженовской свиты остается вопрос увеличения КИН.

Целью работы являлось изучение пород баженовской свиты, вскрытой бурением на одном из месторождений Томской области, расположенном в тектоническом плане на Восточно-Чижапском мезоподнятии, выявление особенностей их вещественного состава, фильтрационно-емкостных свойств и битумоидов.

В результате литолого-петрографического анализа, выполненного согласно [1, 2], на основании особенностей строения и состава отложений было выделено 6 литотипов.

*Литотип 1* – кремнисто-глинисто-карбонатная порода по радиоляриевому аргиллиту темно-серая с остатками белемнитов, радиолярий, трубчатых и двустворчатых раковин с пелитовой и кристаллически-зернистой структурой, слабо пиритизированная.

*Литотип 2* – карбонатная алевритоглинистая мелкокристаллическая пиритизированная порода с пелитовой и кристаллически-зернистой структурой

*Литотип 3* – аргиллиты алевритовые глинисто-кремнистые карбонатизированные, глауконит-содержащие, темно-серые, плитчатые, тонко отмученные с остатками ихтиофауны, онихитов белемнитов, радиолярий, иглокожих, с пелитовой структурой, слабо пиритизированные.

*Литотип 4* – кремнеаргиллиты темно-серые с коричневым оттенком, битуминозные, однородные, тонко отмученные с онихитами белемнитов и остатками радиолярий, трещиноватые с лепидобластовой структурой, пиритизированные, неравномерно карбонатизированные.

*Литотип 5* – кремнеаргиллиты темно-серые с коричневым оттенком битуминозные, однородные, тонко отмученные с онихитами белемнитов и остатками радиолярий с плохо сохранившейся растительной органикой с пелитовой структурой, пиритизированные.

*Литотип 6* – аргиллиты темно-серые до буровато-серых и буровато-черных кремнисто-глинистого и глинисто-кремнистого состава, тонко отмученные плитчатые с остатками онихитов белемнитов, раковин радиолярий, с сильно разложившейся растительной органикой и пелитовой структурой.

Согласно люминесцентным исследованиям, практически во всех литотипах присутствуют битумоиды (от 0,02 % до 0,06 %) смешанного состава: от легкого (голубоватое свечение) до смолисто-асфальтенового (темно-коричневое свечение). Преобладающие битуминозные текстуры и структуры – равномерно и неравномерно-рассеянные, пятнистые, ореольные – свидетельствуют о сингенетичном происхождении битумоидов. В то же время в породах широко проявлены следы миграции по межслоевым и мало протяженным секущим трещинам, что является свидетельством о перераспределении битумоидов внутри нефтематеринской толщи.

Литература

1. Логвиненко Н.В., Сергеева Э.И. Методы определения осадочных пород: Учебное пособие для вузов. – Л.: Недра, 1986. – 240 с.
2. Недоливко Н.М., Ежова А.В. Петрографические исследования терригенных и карбонатных пород-коллекторов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 172 с.

**ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ НЕФТЯНЫХ РЕСУРСОВ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

**К.А. Гаврилова**

Научный руководитель доцент Н.М. Недоливко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

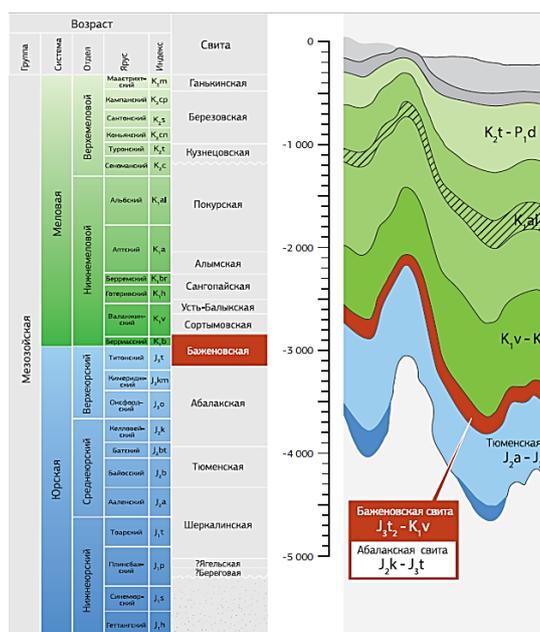
Баженовская свита – один из наиболее обсуждаемых объектов нефтегазовой геологии России. Несмотря на кажущуюся исследованность, потенциал свиты еще далеко не полностью изучен.

Баженовская свита изучается с 1960-х гг. Группа нефтематеринских горных пород зафиксирована на территории около миллиона квадратных километров в Западной Сибири (рис. 1).



*Рис. 1 Карта распространения отложений баженовской свиты в Западно-Сибирской НГП [1]*

Свита сформирована осадочными породами морского дна в титонском-берриасском веках в конце юрского и начале мелового периода (рис. 2). Она залегает на глубинах двух-трёх километров и имеет небольшую толщину: обычно двадцать-тридцать метров.



*Рис. 2 Положение баженовской свиты в разрезе [1]*

Специфика баженовской свиты состоит в том, что процесс преобразования органического вещества в нефть еще не завершен, поэтому в коллекторе наряду с легкой нефтью содержатся углеводороды вместе с породообразующей частью – керогеном. Уникальным свойством, которое определяет ее промышленную ценность,

является высокая насыщенность нефтью. К тому же нефть является высококачественной – легкая, малосернистая и без других вредных примесей, не требует затрат на первичную и глубокую переработку.

История совместной разработки баженовско-абалакского комплекса залежей баженовской свиты в центральной части Западной Сибири доказывает, что она отличается от разработки традиционных коллекторов.

Прежде всего, необходимо отметить следующие особенности:

- переменное по площади распределение скважин с высоким начальным дебитом; разница в дебитах может принимать значения от первых тонн в сутки до нескольких сотен;
  - скважины с притоками нефти выражаются (но не всегда) повышенными температурами, а также аномально высоким пластовым давлением, которое может превосходить гидростатическое в 1,8 раза, что указывает, во-первых, на наличие значимых запасов нефти, приведших к разрыву пласта и повышению давления, во-вторых, на потенциально высокие коэффициенты извлечения нефти на упругом режиме разработки;
  - значительное увеличение дебитов скважин после проведения гидроразрыва пласта (ГРП);
  - резкий спад производительности скважины: в течение года дебит может снизиться на порядок.
- При наличии значимых запасов ключевым фактором является проницаемость пласта (рис. 3).

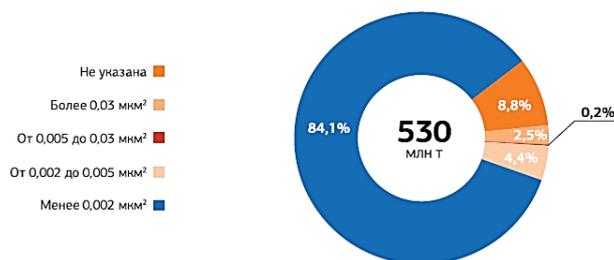


Рис. 3 Распределение запасов баженовской свиты в коллекторах с разной проницаемостью [1]

На сегодняшний момент главным механизмом, который может обеспечить приток флюида в скважины из баженовской свиты, является фильтрация нефти через систему естественных протяженных трещин. Однако реальная трещиноватость развита слабо, а проницаемость варьируется в пределах 0,001-0,03 мкм². Возможно, именно с этим связано отсутствие притока в скважинах с явно нефтенасыщенным керном.

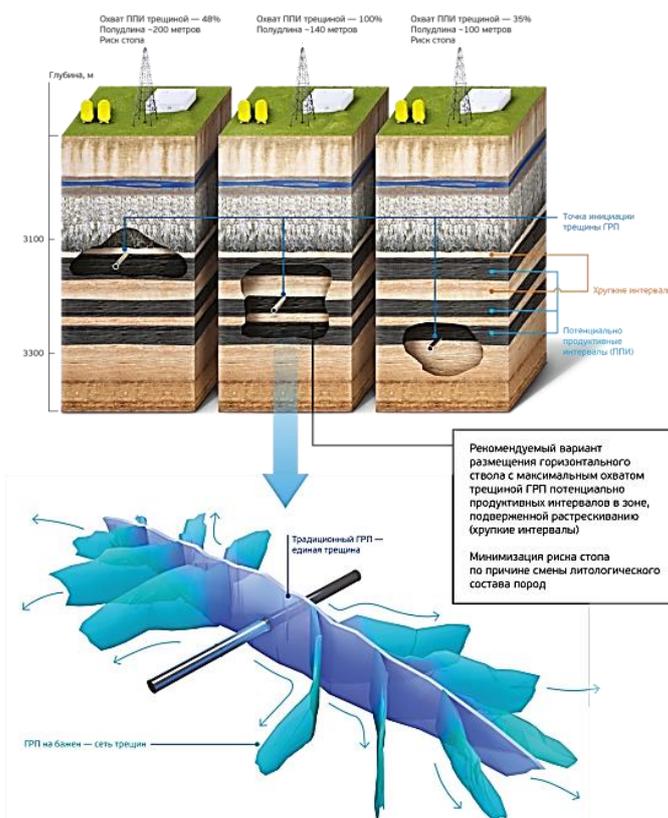


Рис. 4 Применение ГРП в условиях баженовской свиты [2]

В связи с отмеченной технологической задачей разработки баженовской свиты определяющим является создание вторичной проницаемости нефтенасыщенной матрицы за счет плотной системы наведенных трещин. Это гарантирует технология бурения горизонтальных скважин с многочисленными ГРП. При этом основной задачей ГРП

## СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

является обеспечение усиленного растрескивания пласта, создание вторичной проницаемости в зоне дренирования скважины (рис. 4).

Для успешного применения данной технологии и определения оптимальных дизайнов ГРП необходимо точное определение геомеханических свойств пласта на основе создания корректных геомеханических моделей.

### Литература

1. Выгон Г. и др. Нетрадиционная нефть: станет ли бажен вторым Бакеном? [Электронный ресурс]. URL: <http://docplayer.ru/45032861-Netradicionnaya-neft-stanet-li-bazhen-vtorym-bakkenom.html> (дата обращения 25.01.2018)
2. «Газпром нефть» назвала сроки начала добычи сланцевой нефти. [Электронный ресурс]. URL: <https://allpetro.ru/gazpromneft-shale-oil-start/> (дата обращения 25.01.2018).

### МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОРОД БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ СНЕЖНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

К.А. Гаврилова

Научный руководитель доцент Л.А. Краснощекова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время отложения баженовской свиты рассматриваются как черносланцевые толщи, с которыми связаны крупнейшие ресурсы углеводородов. Эти факторы предопределили внимание к баженовской свите широкого круга специалистов [2, 3]. Однако геохимические и минералогические особенности рассматриваемых отложений всё ещё являются недостаточно изученными.

Целью работы являлось выявление геохимической и минералогической специализации отложений свиты.

Методика исследований включала макроскопическое описание, петрографический анализ на поляризационном микроскопе Olympus BX53, определение химического состава на рентгено-флуоресцентном микроскопе XGT-7200.

*Результаты исследований.*

Образцы представлены битуминозными аргиллитами с буровато-черным оттенком, породы тонкоплитчатые с ровным и раковистым изломом, содержат органические остатки целые и фрагменты (рис. 1).



Рис. 1 Образцы пород баженовской свиты Снежного месторождения с органическими остатками: а) образец № 1 (литотип 5-1); б) образец № 11 (литотип 4-2); в) образец №20 (литотип 1)

Содержание глинистого материала в образцах 26-39 %; кремнистого – 50-58 %; карбонатного 2-17 %; пирита – 3-5% (табл.). Были выявлены следующие минералы: кварц, кальцит, плагиоклаз, серицит, мусковит, пирит, хлорит, опал, халцедон, полевые шпаты.

Таблица 1

#### Результаты петрографического анализа, ср. мас. %

Литотип	Содержание компонентов, %			
	Глинистое вещество	Кремнистое вещество	Карбонаты	Пирит
5-1	38,9	51	5,2	4,9
5-2	37,8	52,2	4,7	5,3
4-1	38,8	50,6	6,4	4,2
4-2	38,7	55	2,5	3,8
3	31,9	58,1	5,8	4,2
2-1	37,3	50,6	7,8	4,3
2-2	31,4	52,2	12,2	4,2
1	26,3	52,2	17	4,5

Ранее [1] автором было выделено 5 литотипов, на основании структурно-текстурных особенностей, вещественного состава и состава битумоидов среди отложений, слагающих разрез баженовской свиты.

Следует отметить тот факт, что в породах с большим (35-40 %) содержанием органического вещества отмечается и большее количество кремнистого материала (52-58%), как правило, это характерно для верхних и центральных частей разреза. От центральной части к нижней отмечается преобладание глинисто-гидрослюдистого материала, что характерно для переходных обстановок образования пород (рис. 2, 3).

Пирит не только образует мелкие кристаллики и сыпь, но и интенсивно замещает радиолярии и макрофауну. Минерал встречается по всему разрезу.

Карбонатные породы располагаются в самой нижней части исследуемого разреза.

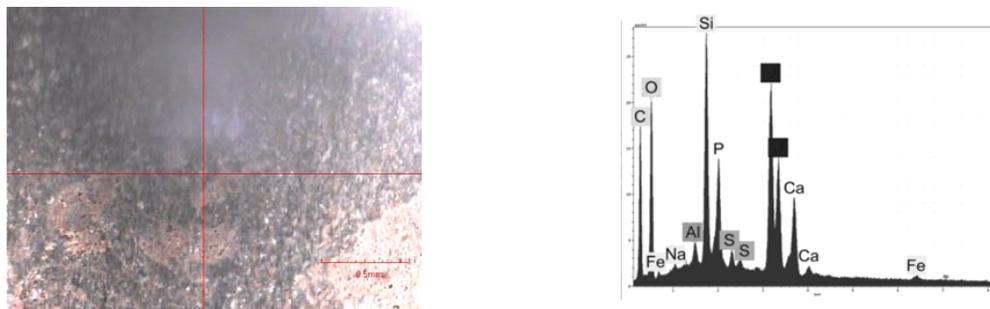


Рис. 2 Образец № 1 (литотип 5-1): а) электронно-микроскопический снимок с точкой исследования; б) энергодисперсионный спектр в данной точке

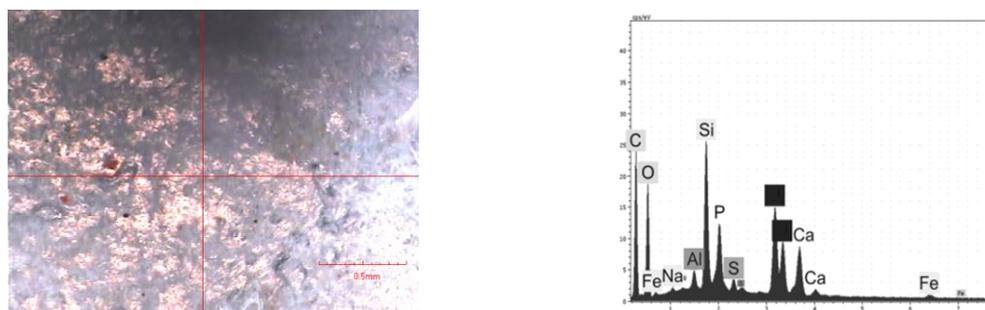


Рис. 3 Образец № 18 (литотип 4-2): а) электронно-микроскопический снимок с точкой исследования; б) энергодисперсионный спектр в данной точке

Отмечаются проявления в нижней части разреза фосфатных или фосфатсодержащих пород, что указывает на восстановительные условия образования. Преимущественное развитие примеси фосфатной составляющей приурочено к глинисто-гидрослюдистым либо кремнисто-глинисто-гидрослюдистым породам и в этом случае можно предполагать постепенную смену восстановительных условий (Eh) образования на нейтральные или даже окислительные.

Таблица 2

Химический состав образцов баженовской свиты Снежного месторождения, мас. %

№	Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	Cl	K <sub>2</sub> O	CaO	TiO <sub>2</sub>	FeO	NiO	ZnO	BaO	Сумма
1	1,6	1,84	7,64	81,43	3	–	1,57	0,32	0,56	3,04	–	–	–	100
2	0,4	0,65	12,57	65,21	5,47	0,19	2,25	1,01	0,61	9,71	0,06	–	1,87	100
3	0,35	0,15	5,54	78,63	10,18	0,05	1,55	0,46	0,37	2,61	–	0,04	0,07	100
4	0,36	1,27	8,54	79,94	1,82	–	1,85	1,99	0,79	3,35	–	0,06	0,04	100
5	2,98	0,06	7,8	80,36	3,89	0,07	0,91	0,28	0,19	3,26	0,08	0,09	0,03	100
6	4,88	4,07	3,82	22,72	57,21	0,27	–	0,58	–	6,09	–	–	0,34	100
7	1,97	2,02	5,25	80,22	1,85	0,16	1,53	1,6	0,22	4,97	0,03	–	0,18	100
8	1,55	1,16	4,63	81,16	3,69	0,09	1,12	0,4	0,9	5,01	–	0,06	0,23	100

Примечание: 1) прочерк – элемент не установлен

#### Выводы

Проведенные исследования позволяют дополнить и подтвердить ранее составленную типизацию пород свиты месторождения Снежное.

Исследуемые породы формировались при стабильном режиме осадконакопления и незначительной тектонической активности. Осадконакопление осуществлялось в условиях слабого насыщения кислородом

придонных вод, а позднее – в условиях восстановительной среды и до установления застойного режима бассейна. На данный факт указывает пирит, обнаруженный во всех образцах пород Снежного месторождения. Проявления в нижней части разреза фосфатсодержащих компонентов также указывают на восстановительные условия. Преимущественное развитие примеси фосфатной составляющей приурочено к глинисто-гидрослюдистым либо кремнисто-глинисто-гидрослюдистым породам, и в этом случае можно предполагать постепенную смену восстановительных условий (Eh) на нейтральные или даже окислительные.

Глинистые осадки были насыщены органическим веществом и в различной степени также кремнистым и карбонатным, и в дальнейшем были преобразованы в тонко отмученную горизонтально-слоистую битуминозную толщу.

#### Литература

1. Сонич В.П., Батурич Ю.Е., Малышев А.Г., Зарипов О.Г., Шеметилло В.Г. Проблемы и перспективы освоения баженовской свиты // Нефтяное хозяйство, 2001. – №9. – С. 36–68.
2. Гаврилова К.А. Литологические особенности и битуминология пород баженовской свиты Снежного нефтяного месторождения (Томская область) // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXI Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 130-летию со дня рождения профессора М.И. Кучина, Томск, 3 – 7 апреля 2017 г.: в 2 т. – Томск: Изд-во ТПУ, 2017. – Т. 1. – С. 218–220.
3. Nedolivko N, Perevertailo T, Li Cunyi and Abramova R. Specific features of Bazhenov suite sediments in south-eastern Nuroisk sedimentary basin (Tomsk Oblast) // XIX International Scientific Symposium in honor of Academician M.A. Usov "Problems of Geology and Subsurface Development" 6–10 April 2015, Tomsk, Russia. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 27 (2015) 012014, 6 p. doi:10.1088/1755-1315/27/1/012014.

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОЛЬМАТАЦИИ В ПОРОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ НА ПРОНИЦАЕМОСТЬ НЕФТЯНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ**

**А.Н. Гараева**

Научный руководитель профессор М.Г. Храменков  
**Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия**

Проведено экспериментальное исследование изменения фильтрационных свойств пород за счет кольматации порового пространства глинистыми частицами и изучение суффозионного процесса при изменении условий фильтрации.

Суффозионно-кольматационный механизм изменения фильтрационных свойств в нефтяных коллекторах представляет собой, сложный физико-механический процесс снижения проницаемости пласта, протекающий во времени, что вызывает иногда существенное ухудшение фильтрационных характеристик породы.

В качестве объекта изучения данного механизма был использован уфимский терригенный битуминозный комплекс Вишнево-Полянского, Кармалинского месторождения. Мощность песчаной пачки уфимского терригенного битуминозного комплекса составляет примерно 30–40 м. в пределах сводовых частей куполовидных возвышенностей, 10 м и менее на их склонах, местами она уменьшается до 1–2 м.

Для проведения фильтрационных исследований были использованы естественные образцы керна, представляющие собой выбуренные параллельно напластованию цилиндрические образцы правильной формы длиной около 3–5 см и диаметром около 3 см. Образцы по минеральному составу представлены мелкозернистым песчаником серым кварцевым с однородной текстурой. Минералогическая плотность от 2,60 до 2,72 г/см<sup>3</sup>; содержание песка 0,1–0,25 в среднем 94–96%; глинистая фракция составляет 6–4%. Пористость от 21 до 24 %. В качестве кольматационного фильтрационного раствора использовался раствор бентонитовой глины с частицами меньше 5 мкм. В качестве раствора для выноса частиц (суффозии) использовался раствор NaCl с концентрацией 10, 50, 100 г/л.

Анализируя результат эксперимента на полученных кривых изменения коэффициента фильтрации (рис. 1) отмечено, что при фильтрации глинистого раствора с частицами <0,005 мм через терригенный коллектор происходит оседание твердых частиц на входной поверхности керна и постепенная закупорка порового пространства, что в свою очередь приводит к уменьшению коэффициента фильтрации.

Взвешенные вещества отфильтровывались на внешней поверхности порового пространства кернов в виде пленки с массой примерно 0,10–0,32 грамма. Внутренняя поверхность порового пространства кернов после фильтрации глинистого раствора вдоль образца представляла собой поровое пространство с глинистыми частицами, застрявшими в суженных поровых каналах. Ухудшение фильтрационных свойств кернов в начале опыта сильно не наблюдалось, но после фильтрации, продолжающейся несколько часов, проницаемость становится очень низкой, вероятно, это связано, с миграцией частиц и последующим блокированием пор (рис 2) Исследование закольматированности образцов проводилось сканирующим электронным микроскопом FEI мод. XL-30ESEM.

Для очистки порового пространства от скопившихся глинистых частиц был использован раствор NaCl с концентрацией 10, 50, 100 г/л. Скорость фильтрации оставалась та же, но внешняя фильтрационная корка была удалена. Вынос частиц и увеличение проницаемости наблюдалось при прокачке NaCl 10г/л и 50г/л по массе примерно 0,1–0,2 г. При изменении концентрации раствора от соленой воды к пресной произошло увеличение значений коэффициента фильтрации и небольшой вынос глинистых частиц с последующим восстановлением коэффициента фильтрации до прежнего уровня. Данный эффект может быть связан с суффозионным механизмом.

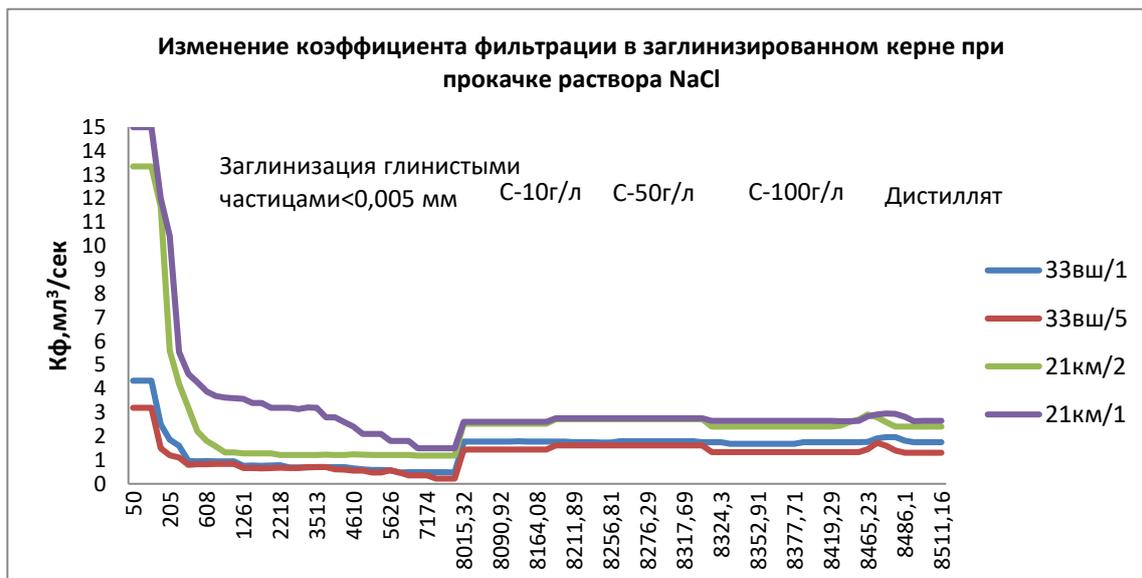


Рис. 1 График изменения коэффициента фильтрации в керне при фильтрации глинистой суспензии и солевого раствора NaCl с концентрацией 10, 50, 100 г/л.

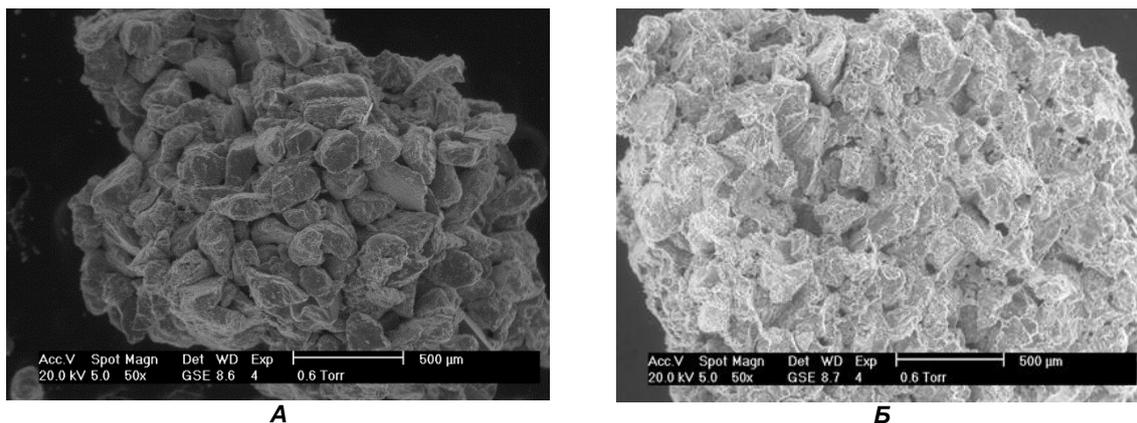


Рис. 2. Мелкозернистый песчаник до коагуляции (А) и после коагуляции (Б) глинистым раствором с частицами <0,005 мм

Выводы по изучению влияния процесса коагуляции в пористых средах:

1. Проведенные исследования показали, что наиболее информативным методом изучения особенностей процесса осаждения частиц при фильтрации является наблюдение за изменением коэффициента фильтрации от времени и изучение зон коагуляции на сканирующем электронном микроскопе.
2. Процесс переноса и осаждение глинистых частиц в пористой среде связан с изменением условий фильтраций.

## СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЮЖНО-КАРСКОЙ ДЕПРЕССИИ

С.М. Гусева

Научный руководитель д-р геол.-минерал. наук В.А. Конторович  
*Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,  
г. Новосибирск, Россия*

Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция является объектом исследований геологов и геофизиков с конца 40-х годов прошлого столетия. За период интенсивного проведения нефтепоисковых работ на территории бассейна открыто более 700 нефтяных и газовых месторождений, и в течение пяти десятилетий Западная Сибирь является основным нефтегазодобывающим регионом России.

Освоение Западной Сибири начиналось с южных, наиболее приближенных к крупным населенным пунктам районов, и в дальнейшем продвигалось на север. В настоящее время одной из важнейших задач, стоящих перед российскими геологами, геофизиками и нефтяниками, является изучение геологического строения арктических регионов Западной Сибири и шельфа Карского моря, перспективы нефтегазоносности которых чрезвычайно высоки [1, 3, 4, 5].

По оценкам специалистов ИНГГ СО РАН, уже во второй половине XXI века осадочные бассейны Северного Ледовитого океана будут играть важную роль в поддержании уровней добычи и обеспечении энергетической и экономической безопасности России [7].

Цель работы заключается в выполнении структурно-тектонического анализа для территории Южно-Карской НГО на базе комплексной интерпретации материалов сейсморазведки и данных глубокого бурения с использованием основных принципов сейсмостратиграфии

В Карском море к глубокому поисковому бурению Россия приступила в начале 1980-х годов. И с тех пор и по настоящее время, благодаря нефтегазопроисковым сейсморазведочным работам и глубокому бурению, были открыты нефтяные и газовые месторождения, как на континенте, так и в акватории. На территории Карского моря расположены 3 месторождения. Это уникальные по запасам Русановское и Ленинградское газоконденсатные месторождения, которые были открыты еще в Советские годы, соответственно в 1989 и 1990 гг. В 2013 году компанией ПАО «Роснефть» к югу от архипелага Новая Земля было открыто нефтегазоконденсатное месторождение Победа [6]. Газоносность в Южно-Карской НГО установлена в отложениях сеномана, альба и апта. На месторождении Победа крупная нефтяная залежь открыта в верхней юре.

Южная часть акватории Карского моря представляет собой северное окончание Западно-Сибирского осадочного бассейна. Мощность юрско-меловых и кайнозойских пород в пределах этой, одной из наиболее глубоких депрессий в бассейне, превышает 12 км. Разрез осадочного чехла на территории исследования подобен разрезу, вскрытому на севере Западной Сибири на Ямале и Гыдане. Отличие состоит в том, что главный генератор нефти в Западно-Сибирском бассейне – баженовская свита – в акватории Карского моря находится на больших глубинах, и уровень зрелости органического вещества в ней весьма высок [2, 8].

На Русановской и Ленинградской площадях к верхней половине готерив-аптских отложений приурочены газоконденсатные залежи. Все залежи углеводородов приурочены к меловым отложениям южной половины Южно-Карской синеклизы. На Русановском месторождении вскрыты верхняя и средняя части танопчинской свиты (апт). В этом разрезе выделены семь продуктивных песчано-алевролитовых пластов, содержащих газоконденсатные залежи. На Ленинградском месторождении во вскрытой верхней части разреза танопчинской свиты выявлена одна газоконденсатная залежь в кровле отложений апта [2, 8].

В ходе работы был создан сейсмогеологический интерпретационный проект, выполнена корреляция основных реперных горизонтов, таких как отражающий горизонт Б (кровля баженовской (гольчихинской) свиты), горизонт М (кровля кошайской (нейтинской) пачки), горизонт Г (подошва кузнецовской свиты). Эти горизонты обладают высоким энергетическим уровнем и надежно картируются по временным сейсмическим разрезам. Отражающие горизонты приурочены к глинистым пачкам – флюидоупорам. По этим основным сейсмическим горизонтам были построены структурные карты по кровлям юрского, неокомского и апт-альб-сеноманского мегакомплексов и выполнен структурно-тектонический анализ.

Территория исследования в тектоническом отношении приурочена к надпорядковой структуре Южно-Карской мегасинеклизе и промежуточным структурам (мегамоноклиналям), которые с запада, севера и востока обрамляют ее.

В рельефе кровли баженовской свиты перепад абсолютных глубин составляет 5200 м и изменяется от -200 до -5400 м. В структурном плане горизонта Б Южно-Карская мегасинеклиза контролируется изогипсой -3600 м. Южный борт Южно-Карской седловины более крутой чем северный. Ее осложняют две отрицательные структуры I порядка Западно-Карская и Восточно-Карская мегавпадины. Также Южно-Карскую мегасинеклизу осложняют ряд структур II, III, IV порядков. Западно-Карская мегавпадина имеет протяженность с юго-запада на северо-восток, а Восточно-Карская впадина – с юго-востока на северо-запад.

Всего в пределах территории исследования можно выделить 5 положительных структур II порядка и 22 структуры III и IV порядков. Основная локализация крупных структур II порядка находится на юго-юго-востоке территории в пределах Ямало-Гыданской мегаседловины. Площади этих структур изменяются от 2011,55 км<sup>2</sup> до 3380,1 км<sup>2</sup>, а амплитуды изменяются от 200 м до 500 м. Положительные структуры III и IV порядков имеют площади от 15,35 км<sup>2</sup> до 1344,84 км<sup>2</sup> и амплитуды 100-200 м.

В структурном плане кровли кошайской пачки Южно-Карская мегасинеклиза оконтуривается по изогипсе -2100 м. У нее увеличивается площадь, но при этом уменьшается амплитуда. Южный борт становится более пологим,

а северный, наоборот, более крутым, чем в рельефе кровли баженовской свиты. Западно-Карская и Восточно-Карская мегавпадины объединяются, образуя единую структуру.

На территории исследования в рельефе отражающего горизонта М выделяется две структуры II порядка на Русановской и Ленинградской площадях, к которым приурочены уникальные газоконденсатные месторождения. Площади этих мезовалов равны 2595,56 км<sup>2</sup> и 2132,17 км<sup>2</sup> соответственно, и они имеют одинаковые амплитуды, равные 100 м.

На всей территории исследования можно выделить 30 структур III и IV порядков, и их площади изменяются в диапазоне от 17,42 км<sup>2</sup> до 1205,82 км<sup>2</sup>, с амплитудами 50-250 м. Абсолютные глубины отражающего горизонта М изменяются от -100 до -2900 м.

Структурный план подошвы кузнецовской свиты подобен структурному плану кровли кошайской пачки. Южно-Карская мегасинеклиза оконтурена на абсолютной глубине -1000 м. Наиболее погруженные части соответствуют северо-восточной части Юрско-Карской мегасинеклизы. В пределах Южно-Карской мегасинеклизы и северного окончания Антипаютинско-Тадобяхинской мегасинеклизы можно выделить 1 структуру II порядка (S=2603,76 км<sup>2</sup>, A=250 м) и 40 структур III и IV порядка, потенциальных для ловушек нефти и газа. Площади которых изменяются от 13,2 км<sup>2</sup> до 1723,7 км<sup>2</sup>, амплитуды от 50 м до 150 м. На территории исследования абсолютные глубины изменяются от 0 до -1500 м.

Для восстановления истории тектонического развития были построены карты толщин сейсмогеологических мегакомплексов и 3 палеоразреза (один меридианального и два широтного простирания) и проведен анализ карт изопахит осадочных мегакомплексов.

В берриас-раннеаптское время в Южно-Карской региональной депрессии выделяются два эпицентра прогибания, где накапливались отложения мощностью до 2800 м. В апт-альб-сеномане увеличивается площадь прогибания, за счет чего происходит расширение Южно-Карской региональной депрессии на юг. Мощность апт-альб-сеноманского мегакомплекса достигает 1700 м. В постсеноманское время происходит изменение тектонических движений. Южная часть территории исследования (Ямало-Гыданская мегаседловина) испытывает тенденцию к воздыманию. Что нашло отражение в интенсивном формировании положительных структур на Тамбейской, Южно-Тамбейской, Бованенковской, Харасавейской и других площадях, расположенных в пределах Ямало-Гыданской мегаседловины.

#### Литература

1. Бочкарев В.С., Брехунцов А.М., Кочергин М.О., Нестеров И.И. (мл.), Огнев Д.А. Особенности геологического строения зоны сочленения Карского моря и Гыданского полуострова и прогноз ее нефтегазоносности // Горные ведомости, 2010. – № 10, – С. 6–18.
2. Геология и полезные ископаемые России. В шести томах. Т.5. Арктические и дальневосточные моря // Под ред. И.С. Грамберг, В.Л. Иванова, Ю.Е. Погребницкий. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2004. – 468 с.
3. Ермилов О.М., Карогодин Ю.Н., Конторович А.Э., Тер-Саакян Ю.Г., Агалаков С.Е., Беляев С.Ю., Борисова Л.С., Букреева Г.Ф., Бурштейн Л.М., Гордеев В.Н., Дмитрук В.В., Жилина И.В., Конторович В.А., Красавчиков В.О., Супруненко О.И., Чупова И.М., Фурсенко Е.А. Особенности геологического строения и разработки уникальных залежей газа крайнего севера Западной Сибири. – Новосибирск, Изд-во СО РАН, 2004. – 141 с.
4. Казаненков В.А., Ершов С.В., Рыжкова С.В., Борисов Е.В., Пономарева Е.В., Попова Н.И., Шапорина М.Н. Геологическое строение и нефтегазоносность региональных резервуаров юры и мела в Карско-Ямальском регионе и прогноз распределения в них ресурсов углеводородов // Геология нефти и газа, 2014. – № 1. – С. 27–49.
5. Конторович А.Э., Бурштейн Л.М., Малышев Н.А., Сафронов П.И., Гуськов С.А., Ершов С.В., Казаненков В.А., Ким Н.С., Конторович В.А., Костырева Е.А., Меленевский В.Н., Лившиц В.Р., Поляков А.А., Скворцов М.Б. Историко-геологическое моделирование процессов нефтидогенеза в мезозойско-кайнозойском осадочном бассейне Карского моря (бассейновое моделирование) // Геология и геофизика, 2013. – Т. 54 (8). – С. 1179–1226.
6. Конторович В.А., Аюнова Д.В., Губин И.А., Калинин А.Ю., Калинина Л.М., Конторович А.Э., Малышев Н.А., Скворцов М.Б., Соловьев М.В., Сурикова Е.С. История тектонического развития арктических территорий и акваторий Западно-Сибирской нефтегазоносной области // Геология и геофизика, 2017. – Т. 58. – №3 – 4. – С. 423–444.
7. Конторович А.Э., Эпов М.И., Бурштейн Л.М., Каминский В.Д., Курчиков А.Р., Малышев Н.А., Прищепа О.М., Сафронов А.Ф., Ступакова А.В., Супруненко О.И. Геология, ресурсы углеводородов шельфов арктических морей России и перспективы их освоения // Геология и геофизика, 2010. – Т. 51. – №1. – С. 7–17.
8. Скоробогатов В. А., Строганов Л. В., Копеев В. Д. Геологическое строение и газонефтеносность Ямала. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2003. – 352 с.

### ИСТОРИЯ ДОБЫЧИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

В.А. Дегтярев

Научный руководитель Т.А. Гайдукова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Сахалинская область является наиболее развитым на Дальнем Востоке регионом, добывающим нефть, газ и конденсат, а ее месторождения относятся к одним из старейших в России. За 2017 г. на Сахалине было добыто 17,7 млн. тонн нефти и газового конденсата и 30,5 млрд. кубических метров газа. Причем большая часть приходится на шельфовые проекты [5]. В XX веке нефтегазовый комплекс Сахалинской области неоднократно подвергался серьезным потрясениям. В настоящее время в регионе наблюдается устойчивое развитие нефтегазового комплекса.

## СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Согласно историческим документам [2], впервые нефть на Сахалине обнаружили в 1879 г. Тогда якут Филипп Павлов случайно наткнулся на естественный выход нефти в бассейне реки Оха. Набрал «керосин-воды» в бутылку и отвез ее в г. Николаевск-на-Амуре купцу первой гильдии А.Е. Иванову. Иванов сразу сообразил, что это нефть и подал на имя Приамурского генерал-губернатора барона А.Н. Корфа прошение об отводе ему тысячи десятин земли (примерно 11 кв. км) на Северном Сахалине для разведки и добычи нефти, но неожиданно умер в 1881 г. В 1883 г. Приморское областное управление отдало участок вдове купца А.Е. Иванова.

Уже в 1880 г. нефть была открыта в различных местах северной части острова. В 1888 г. разработка этих источников была предоставлена отставному лейтенанту Г.И. Зотову, зятю купца А.Е. Иванова. Г.И. Зотов съездил на север Сахалина и лично убедился в наличии нефти. Он описывал, что нефть либо скапливалась в распадках в местах выхода ее из-под земли в виде маленьких озер, либо безостановочно просачивалась из крутых песчаных бортов речек [5]. Вернувшись, он организовал первое акционерное общество – «Сахалинское нефтепромышленное товарищество Г.И. Зотов и К». Первая экспедиция отправилась в район бассейна реки Оха, где было пробурено восемь мелких скважин (максимальная глубина около 21 м). По результатам бурения профессиональный геолог подтвердил наличие месторождения нефти. Однако приток оказался малопродуктивным [2]. Две последующие экспедиции и бурение трех глубоких скважин (до 140 м) также не дали желаемых результатов, и в 1893 г. «Сахалинское нефтепромышленное товарищество Г.И. Зотов и К» распалось.

Между тем к поискам нефтяных месторождений на Сахалине подключились и иностранные компании. В 1902 г. в Лондоне образован «Сахалинский и Амурский горнопромышленный синдикат». Высокий интерес к Сахалинским месторождениям был вызван прежде всего его географическим и геополитическим положением. Огромный нефтяной рынок (Восточная Сибирь, Манчжурия, Китай и Япония) потребляли свыше 300 000 000 пудов (4 914 000 тонн) керосина. Более чем  $\frac{3}{4}$  этого количества доставлялось Америкой, а остальное ввозилось кавказскими нефтепромышленниками [6]. Преимущества сахалинской нефти очевидны. Это не могло не заинтересовать предприимчивых людей. Однако обнаружить нефтяные месторождения промышленного значения пока не удалось. В связи с этим российское правительство не рассматривало Сахалин как перспективную нефтеносную территорию.

Прозрение к руководству России пришло после Русско-Японской войны 1905 г., когда японцы, зная о северосахалинских месторождениях, всеми силами стремились заполучить весь остров (по Портсмутскому миру договору раздел острова произошел по 50-й параллели, и северная, нефтеносная, его часть, осталась за Россией). После этого Россия открыла северный Сахалин для частного капитала.

К острову сразу проявили большой интерес как российские, так и зарубежные инвесторы. И это дало свои плоды. Первая промышленная нефть была получена в 1910 г. партией инженера А.В. Миндова из пробуренной на Охинском месторождении скважины, с глубины 91,5 метра [7].

После февральской революции 1917 г. на Сахалине усиливается влияние японских нефтедобывающих компаний и в 1920 г. Япония оккупирует северный Сахалин и начинает добычу нефти.

Огромной победой советской дипломатии можно считать вывод японских войск с оккупированной территории в 1925 г. Правда Япония получила право на разработку 8 месторождений совместно с СССР сроком на 45 лет (Япония требовала на 99 лет).

Нельзя не сказать о роли Сахалинской нефти в годы Великой Отечественной Войны, когда Кавказские месторождения были под угрозой захвата, а месторождения Западной Сибири еще не были открыты, именно Сахалинская область стала надежным и бесперебойным источником нефти. Ну и конечно же, после разгрома Японии СССР стал единоличным хозяином сахалинских месторождений.

Распад СССР привел к кризису нефтяной отрасли Сахалина, и российское руководство вновь обратилось к помощи инвесторов. Были объявлены тендеры на разработку месторождений, а также применен единственный в России договор о разделе продукции (СРП). Инвесторов долго искать не пришлось, что доказывает перспективность добычи нефти на Сахалине даже почти век спустя. В настоящее время в разработку сахалинских проектов вовлечено большое количество крупнейших нефтедобывающих компаний, как российских, так и иностранных.

Чем же так привлекательны месторождения северного Сахалина? Сахалин всегда был известен как регион, обладающий крупными запасами сырьевых ресурсов, имеющий очень выгодное географическое и геополитическое положение, благоприятствующее развитию внешних экономических связей. Сахалинская область занимает 4-е место по объему промышленного производства из десяти областей Дальневосточного экономического региона. В перспективе область будет одним из крупных транспортных узлов на линиях внешней торговли РФ с Японией, США, Северной и Южной Кореей, Китаем, Сингапуром, Индией и другими странами Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР). Приграничное положение, незамерзающие морские порты, близость развитых стран АТР создают благоприятные условия для сотрудничества и вложения иностранного капитала.

Также физико-химические свойства сахалинской нефти очень привлекают потенциальных потребителей. Нефть сахалинских месторождений характеризуется разнообразием физико-химических свойств, группового углеводородного состава, а, значит, и товарными качествами. Преобладают запасы легких (64,7%), маловязких (82%), малосернистых (98,7%) и малопарафинистых (70%) нефтей. Отличаются они высокими выходами светлых фракций нефтепродуктов, значительным удельным весом высокооктановых бензинов и ценных масел, низкими потерями в процессе переработки. Лишь на нескольких месторождениях нефть тяжелая высоковязкая. Свободные газы по своему составу, в основном, метановые [3].

В 2015 г. компания «Sakhalin Energy» объявила о выводе на рынок нового сорта российской нефти Sakhalin Blend (в переводе – сахалинский аромат). Стоимость сахалинской нефти марки Sakhalin Blend привязана к третьей по котировке нефти в мире Dubai Crude. Но продается на 2-3% дороже дубайской [8]. Известно, что Япония очень заинтересована именно в Сахалинской нефти Sakhalin Blend.

История поисков нефти и газа на о-ве Сахалин насчитывает около 100 лет. До середины 1970-х гг. нефтегазопромысловые работы концентрировались на суше Северного Сахалина. Соответственно месторождения,

расположенные на суше, находятся в завершающей стадии эксплуатации, и дальнейшие перспективы их развития связаны с открытием новых залежей на больших глубинах, а также с совершенствованием технологий добычи «трудноизвлекаемой» нефти.

Так, например, старейшее месторождение Центральная Оха, открытое в 1910 г., а введенное в разработку в 1923 г. японским концессионером, практически выработано на 80%, но все равно привлекает внимание нефтедобывающих компаний. В 2016 г. ОАО НК «Роснефть» получила лицензию на разведку и добычу полезных ископаемых на этом участке [8], а также продлила лицензии на разведку и добычу полезных ископаемых на тринадцати нефтегазовых месторождениях Северного Сахалина. Причем лицензию на добычу нефти и газа на месторождении Северная Оха продлили на самый долгий срок – до 31 декабря 2101 г. Связано это с тем, что на данный момент появились более совершенные технологии повышения нефтеотдачи [4]. Перспективы открытия новых месторождений на Сахалине нужно связывать с месторождениями на шельфе Охотского моря, омывающего остров Сахалин.

Одно из последних открытых месторождений нефти на шельфе (проект Сахалин-3) принадлежит компании «Газпром нефть». Об открытии месторождения сообщил глава «Газпром нефти» Александр Дюков 4 октября 2017 г. На северо-восточном участке шельфа, на лицензионном участке Аяшский, где совсем недавно завершили строительство поисково-оценочной скважины, провели испытание скважины и подтвердили нефтеносность, получили нефтяной приток. По оценкам, геологические запасы месторождения составляют 250 млн. тонн. Это крупные запасы, и уже сейчас можно уверенно говорить об открытии нового крупного месторождения на шельфе Сахалина [1].

Несмотря на почти вековую историю сахалинской нефтедобычи, Сахалин продолжает вызывать к себе повышенный интерес со стороны инвесторов. Всего на острове и прилегающем шельфе уже открыто 78 месторождений, в том числе 11 нефтяных, 17 газовых, 24 газонефтяных и нефтегазовых, 9 газоконденсатных и 17 нефтегазоконденсатных. Среди них по запасам нефти и газа 5 месторождений относятся к крупным, 2 – к средним и 71 – к мелким. Все это, несомненно, указывает на перспективность поисков, разведки и добычи углеводородов Сахалина. Как уже было сказано выше, этому способствует и благоприятное физико-географическое и геополитическое расположение, и высокое качество сахалинской нефти, и значительная мощность разреза осадочного комплекса кайнозойских отложений (до 8 км), вмещающих 99% залежей нефти и газа. А растущая экономика стран АТР является мощным драйвером для развития нефтегазового комплекса Сахалинской области.

### Литература

1. Вести. Экономика. Газпром нефть открыла новое месторождение у Сахалина. – 2017. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.vestifinance.ru/articles/91976>.
2. Зотов Г. Нефть на Сахалине // Сахалинский календарь и материалы к изучению острова Сахалин, 1895. – Типография острова Сахалин, 1895.
3. Из истории освоения минеральных ресурсов Сахалина и Курильских островов. [Электронный ресурс]. – URL: <http://pandia.ru/text/77/496/1420986250.php>
4. Информационное агентство. «Роснефть» продлила лицензии на 13 нефтегазовых месторождений на Сахалине. – 2017. [Электронный ресурс]. – URL: <http://qil.su/IJKoqM>
5. Нефть Капитал. На 1,9% сократилась добыча нефти на Сахалине в 2017 году [Электронный ресурс]. – 29.01.2018. URL: <http://qil.su/b4KoqM>
6. Новомбергский Н. Остров Сахалин. – СПб, 1903. – 255 с.
7. Ремизовский В.И. Хроника сахалинской нефти 1878-1940. [Электронный ресурс]. – URL: <http://okha-sakh.narod.ru/hronika.htm>
8. Русский горизонт. Журнал о неизвестной России. Сахалинская нефть оттесняет арабскую. – 2015. [Электронный ресурс] – URL: <http://rushor.su>
9. Сводный государственный реестр участков недр и лицензий. Информация о лицензии ЮСХ00845НЭ. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.rfgf.ru/license/itemview.php?iid=2692290&map=2>

## МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД

И. Дорошенко

Научный руководитель доцент Т.Г. Тен

*Лицей при Томском политехническом университете, г. Томск, Россия*

Особенности распространения обломочных пород, изучение которых в первую очередь основывается на определении генезиса, в значительной мере определяют размеры и форму природных резервуаров углеводородов, следовательно, и запасы этих полезных ископаемых.

В геологии генезисом (от греч. *génésis*) называется процесс образования и становления горных пород, т.е. их происхождение. Совокупность характеристик, указывающих на происхождение пород и среду их формирования, носит название «генетические признаки» [1]. Первоначальные генетические признаки осадочных пород могут быть объединены в следующие группы: литолого-геохимическая характеристика пород; остатки древних организмов и следы их жизнедеятельности; форма залегания осадочных толщ. К основным генетическим признакам обломочных пород относятся структура (для обломочных пород более детальное представление дает анализ гранулометрического состава) и текстура. Гранулометрический состав определяет свойства пористой среды: проницаемость, пористость, капиллярные свойства. На основе анализа гранулометрического состава можно также сделать выводы о гидродинамических условиях среды формирования пород, включающих залежи, поэтому начальным этапом изучения генезиса обломочных пород должен быть именно гранулометрический анализ.

## СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Гранулометрический состав нефтегазосодержащих пород в основном представлен тремя группами: псаммитами (преобладающий размер частиц 1-0,1 мм), алевритами (преобладающий размер 0,1-0,01 мм) и пелитами (частицы размером менее 0,01 мм).

Для характеристики псаммитов [1, 2] применяют ситовой анализ, при котором породу разделяют на фракции путём рассеивания её на ситах. Выполнение гранулометрического анализа сводится к разделению пробы на компоненты, выделению и определению количественного содержания фракций. Для характеристики алевритов и пелитов из-за достаточно маленького размера частиц применяют седиментационный анализ. Седиментационный анализ позволяет определять, как усреднённые характеристики величины частиц, так и фракционный состав анализируемой системы, т.е. долевое распределение массы, площади поверхности, размеров по классам крупности.

В ходе исследовательской работы выполнен анализ гранулометрического состава рыхлой обломочной породы ситовым методом с помощью ситового анализатора AS-200 Control.

Получены следующие результаты (рис. 1):

- основное процентное содержание приходится на среднезернистые и крупнозернистые песчаные разности (96,5%);
- включения грубообломочного материала составляют небольшую часть образца (2,7 %)
- процентное содержание крупнозернистых алевритов настолько мало (0,83%), что им можно пренебречь.

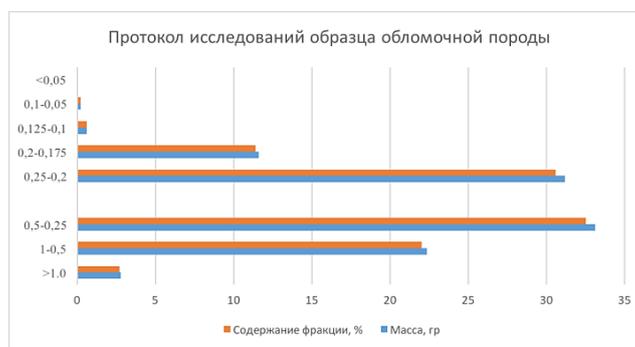


Рис. 1 Результаты гранулометрического анализа рыхлых обломочных пород

Результаты гранулометрического анализа позволяют отметить, что исследуемый материал можно отнести к осадочным образованиям, имеющим достаточно высокий коллекторский потенциал. Наличие хорошей отсортированности обломочного материала обеспечивает высокую первоначальную пористость гранулярного коллектора.

На основании изученной теоретической информации и практических данных можно утверждать, что роль установления генезиса пород в прогнозировании распространения природного резервуара, установления зон распространения пород с потенциально наиболее высокими фильтрационно-емкостными свойствами трудно переоценить. Генетические признаки помогают с достаточно высокой степенью вероятности определять основные особенности среды осадконакопления. Данные признаки являются тем фундаментом, без которого построение картины, характеризующей природный резервуар, будет просто невозможно.

Второй важнейшей характеристикой обломочных пород при установлении их генезиса является текстура — взаимное расположение фрагментов породы, их ориентировка относительно друг друга, поверхности напластования и породы в целом. Текстуры в значительной степени определяют физические свойства пород, в том числе прочность, сжимаемость, фильтрационную способность. Текстуры обломочных пород образуются в разные стадии их формирования и подразделяются на четыре категории: первичные, деформационные, вторичные, биогенные (рис. 2).





Рис. 2 Текстуры осадочных пород

Структурно-текстурный анализ позволяет делать выводы о гидродинамической активности среды осадконакопления, ее постоянстве. Минеральные новообразования, например, конкреции, дают указание не только на характер диагенетических процессов, но и на некоторые черты условий отложения осадков, в которых они заключены. По облику ископаемых остатков можно с определенной степенью достоверности определить палеогеографические условия на определенный период времени.

Литература

1. Ежова А.В., Тен Т.Г. Литолого-фациальный анализ нефтегазоносных толщ: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2015. – 112 с.
2. Логвиненко Н.В., Сергеева Э.И. Методы определения осадочных пород: Учеб. пособие для вузов. – Л.: Недра, 1986. – 240 с.

**СОСТАВ, СТРОЕНИЕ И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ ОСИНСКОГО И УСТЬ-КУТСКОГО ГОРИЗОНТОВ НЕПСКОГО СВОДА**

**Д.К. Еганова**

Научный руководитель старший научный сотрудник А.М Фомин  
Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

Непский свод расположен в центральной части Непско-Ботуобинской нефтегазоносной области (НГО), входящей в состав Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции. В административном плане он находится в пределах двух субъектов РФ – Иркутской области и Республики Саха (Якутия). За последние 10 лет на территории Непского свода было открыто 14 месторождений нефти и газа. При этом основной объем прироста запасов нефти приходится на низкопроницаемые карбонатные толщи нижнего кембрия и венда, характеризующиеся сложным литологическим строением и неоднородностью коллекторских свойств [5]. Сложное строение карбонатных коллекторов препятствует прогнозу зон, улучшенных коллекторских свойств и затрудняет разведку новых площадей. Для выявления закономерностей распространения коллекторов и перспектив нефтегазоносности необходимо изучить распределение различных литотипов карбонатных пород в продуктивных горизонтах, выделить различия с наиболее высокими коллекторскими свойствами, установить обстановки формирования коллекторов, оценить влияние постседиментационных процессов на фильтрационно-емкостные свойства.

Характеристика осинского и усть-кутского горизонтов приведена в таблице 1, составленной по материалам: [1], [2], [4], [6].

Таблица

*Характеристика осинского и усть-кутского горизонтов*

Продуктивный горизонт	Индекс	Литологическая характеристика	Постседиментационные процессы, повлиявшие на формирование ФЕС		Типы коллектора	Мощность, м	Средняя открытая пористость, %	Средняя проницаемость, *10 <sup>-3</sup> мкм <sup>2</sup>
			положительно	отрицательно				
Осинский	Б1	известняки биогермные, доломиты разнокристаллические, известняки доломитистые с органогенно-водорослевой структурой, доломиты	выщелачивание, доломитизация, трещинообразование	галитизация, сульфатизация	поровые, каверново-поровые, трещинно-каверново-поровые	40-70	7-15	3-15

**СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И  
РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ**

		микрозернистые и комковато-стустковые, ангидрито-доломиты						
Усть-кутский-I	Б3-4	доломиты разномзернистые, глинистые, строматолитовые, микрофитолитовые	выщелачивание, перекристаллизация, трещинообразование	галитизация	поровые, каверново-поровые, трещинно-каверново-поровые	22-45	7-15	0,5-10
Усть-кутский-II	Б5	доломиты разномзернистые, водорослевые, микрофитолитовые, комковато-стустковые			каверново-поровые, трещинно-каверново-поровые			

Осинский горизонт подразделяется на три пачки (снизу-вверх): глинисто-карбонатных отложений, органогенных водорослевых построек и сульфатно-карбонатных отложений. Накопление пород осинского пласта происходило в ряде фациальных обстановок, сменяющихся по направлению от бассейна седиментации к континенту: 1) сублитораль, 2) забиогермная лагуна, 3) литораль, 4) себха, 5) субаэральная равнина [2]. Формование осадков нижней пачки происходило в условиях крайнего мелководья при ритмичных приливно-отливных движениях вод. Переход от нижней к средней пачке осинского пласта отмечается слоями литокластовых и ооидно-литокластовых доломитов, образовавшихся в условиях нижней литорали. Во второй пачке осинского пласта в сублиторальной зоне сформировались водорослевые биогермы. Верхняя пачка осинского пласта характеризуется ритмичным чередованием обстановок верхней сублиторали, литорали и супралиторали [2].

В целом в осинское время на территории Непского свода, в отложениях фаций крайнего мелководья, формировались биостромы, а на склонах, в погруженной части шельфа – биогермные массивы. Также для этого времени характерно резкое понижение солёности вод из-за обширной морской трансгрессии [1].

Верхний усть-кутский пласт Б3-4 представлен в большей части переслаиванием доломитов разномзернистых, глинистых и строматолитовых. Нижний пласт Б5 также сложен доломитами, с преобладанием различных форменных элементов. Наиболее высокие коллекторские свойства у органогенно-обломочных и хемогенных разностей [1].

Среди строматолитов преобладают крупностолбчатые, куполовидные формы и пластовые (непосредственно в кровле), которые образуют небольшие биогермы в кровле крупных баров, сложенных зернистыми породами. Крупнозернистые оолито-пизолитовые массивные доломиты являются образованиями барово-отмельных систем, сложены микритизированными и перекристаллизованными пизолитами и оолитами. Для них характерно отсутствие микритового заполнителя, хорошая сортировка, увеличение размеров зёрен вверх по разрезу. Мелкозернистые комковато-оолитовые осадки отлагались в субобстановках фронта и гребня бара, а крупнозернистые пизолитовые характерны для тыловых частей баровых систем. Микритовые разности заполняют межстолбиковое пространство в строматолитах, также распространены в микритово-зернистых породах [1].

Отложения усть-кутского горизонта формировались в мелководных условиях при влиянии приливно-отливных течений с образованием баровых систем и строматолитовых построек, разделенных илистыми отмелями [1].

**Выводы**

1. Согласно литературным данным, существуют следующие геологические предпосылки образования коллекторов с хорошими фильтрационно-емкостными свойствами (ФЕС):

- Залегание над выступами фундамента;
- Отсутствие или сокращение мощностей непской и тирской свит;
- Активные гидродинамические условия накопления пород.

2. Основные постседиментационные изменения, оказывающие положительное влияние на коллекторские свойства, – выщелачивание, перекристаллизация, трещиноватость. Процессы отрицательной направленности – сульфатизация, галитизация.

3. Принимая во внимание сложное строение карбонатных коллекторов, первоочередными задачами являются разработка и совершенствование методик по вскрытию, опробованию и испытанию горизонтов, а также прогнозу зон нефтегазонакопления и зон перспективности коллекторов.

**Литература**

1. Варакина И.В., Хабаров Е.М. Литологические типы и обстановки формирования нефтегазоносных карбонатных отложений венда центральной части Непско-Ботубинской антеклизы // *Материалы VII Всероссийского литологического совещания.* – Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2013. – Т. 1 – С. 134–138.
2. Воробьев В.С., Вилесов А.П., Боброва О.В., Макаров И.Е. Строение и условия образования осинского горизонта в пределах Верхнечонского месторождения // *Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений,* 2013. – Т. 12. – С. 4–13.
3. Китаева И.А., Кузнецов А.С. Закономерности распределения и условия формирования пород-коллекторов в осинском горизонте в сводовой части Непско-Ботубинской антеклизы (на примере Талаканского месторождения) // *Материалы VII Всероссийского литологического совещания.* – Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2013. – Т. II. – С. 10–13.
4. Литология и условия формирования резервуаров нефти и газа Сибирской платформы / Т.И. Гурова, Л.С. Чернова, М.М. Потлова и др. – М.: Недра, 1988. – 254 с.

5. Моисеев С.А., Кузнецова Е.Н., Топешко В.А. Трудноизвлекаемые запасы карбонатного комплекса венда и нижнего кембрия Непско-Ботубинской антеклизы // Сборник материалов международной научной конференции «Интерэкспо Гео-Сибирь». – Новосибирск: СГУГиТ, 2015. – Т. 1. – С. 105–109.
6. Научный анализ и переинтерпретация геолого-геофизических материалов, построение модели геологического строения, выделение перспективных объектов, формирование программы первоочередных работ в области лицензирования недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы углеводородов в зоне формирования нового центра добычи нефти и газа в Непско-Ботубинской НГО. / Г.Г. Шемин, С.А. Моисеев, В.А. Топешко и др. – Новосибирск: фонды ИНГГ СО РАН, 2003ф. – Кн. 1. Текст. – 238 с.

## К ВОПРОСУ ОБ УСЛОВИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ВОГУЛКИНСКОЙ ТОЛЩИ (НА ПРИМЕРЕ СЫМОРЬЯХСКОГО И ТАЛЬНИКОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЙ ШАИМСКОГО НГР)

Я.Е. Жичко, Д.А. Колобова, Ю.В. Чекушина

Научный руководитель профессор В.П. Алексеев

Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

Шаимский нефтегазоносный район (НГР) – один из старейших нефтегазодобывающих районов Западной Сибири. Продуктивность первых месторождений в данном регионе связана с отложениями вогулкинской толщи, тем не менее, об условиях ее формирования однозначного мнения нет. Поэтому этот вопрос остается актуальным и на сегодняшний день.

Задачей данной работы является рассмотрение отложений вогулкинской толщи с целью выявления механизма их образования. Объекты исследования – образцы керны из трех скважин (рис. 1). В ходе работы выполнены макро- и микроскопическое описания образцов. Исследуемые скважины Тальникового и Сыморьяхского месторождений находятся в 57 км друг от друга, мощность пачки изменяется от 14 (скв. 6825) до 18 (скв. 7282) метров (рис. 2). Скважины 6825 и 6851 располагаются в юго-западной части Шаимского НГР, где граница осадочного чехла с фундаментом находится на меньшей глубине (~1700 м), чем граница в районе скважины 7282 (~2000 м).

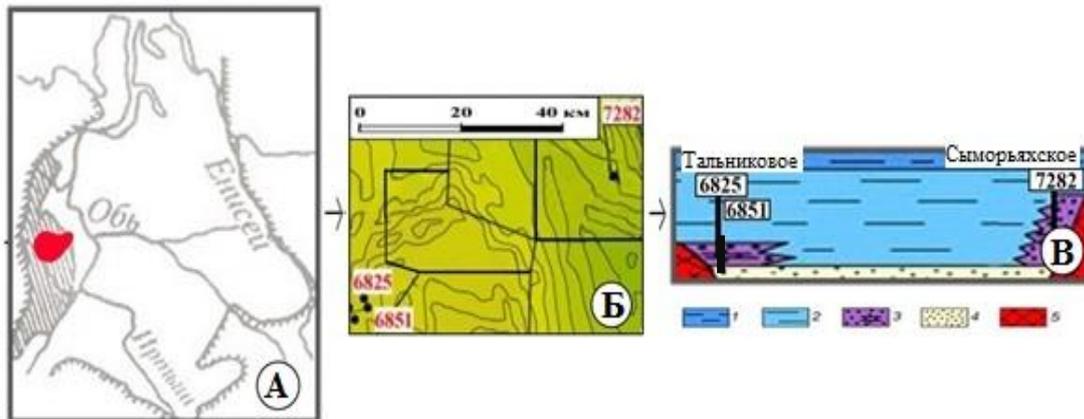


Рис. 1 Схематическая карта района работ. Буквы в кружках: А – Западно-Сибирский нефтегазоносный бассейн (выделен Шаимский НГР); Б – Нумерация скважин в Шаимском НГР;

В – Схематический разрез. Обозначения к В: 1 – битуминозные и слабобитуминозные аргиллиты мульмынской и тутлеймской свит; 2 – алевроаргиллиты абалакской свиты; 3 – песчаники и гравелиты с прослоями известняков вогулкинской толщи; 4 – песчаники и алевролиты с прослоями углей тюменской свиты; 5 – нерасчлененные породы фундамента ранне-среднетриасового Даниловского грабена [1]

Скважина 6825: глубина залегания вогулкинской толщи 1741,7–1752,4 м; отложения представлены крупно-среднезернистым песчаником кварц-грауваккового состава; текстура массивная, реже косослоистая; плохая окатанность и сортировка; глинистый цемент вверх по разрезу сменяется на карбонатный; в верхней части обнаружены остатки створок раковин, предположительно двустворчатых моллюсков; на контакте с тюменской свитой обнаружены битуминозные пятна.

Скважина 6851: глубина залегания вогулкинской толщи 1736,8–1743,5 м; отложения представлены крупно-среднезернистым песчаником кварц-грауваккового состава; текстура массивная, реже косослоистая; плохая окатанность и сортировка; в верхней части разреза песчаник сменяется крупнозернистым алевролитом, с большим количеством карбонатных ооидов; в песчанике неоднократно встречаются створки раковин, в алевролите – белемнит.

Скважина 7282: глубина залегания вогулкинской толщи 2040,8–2054,3 м; отложения представлены тонкозернистым песчаником; слоистость линзовидно-волнистая, подчеркнутая темным алевролитом; вверх по разрезу песчаник сменяется сильно биотурбированными породами алевроаргиллитового состава с обломками метаморфизованных пород и большим количеством глауконита; в песчанике обнаружены остатки створок раковин, по всему разрезу наблюдаются битуминозные пятна.

На рис. 2 приведено сопоставление разрезов по скважинам 6825 и 7282, указано местоположение отобранных образцов, предоставлены фото имеющихся шлифов. При непосредственном сопоставлении разрезов ясно виден контраст отложений.

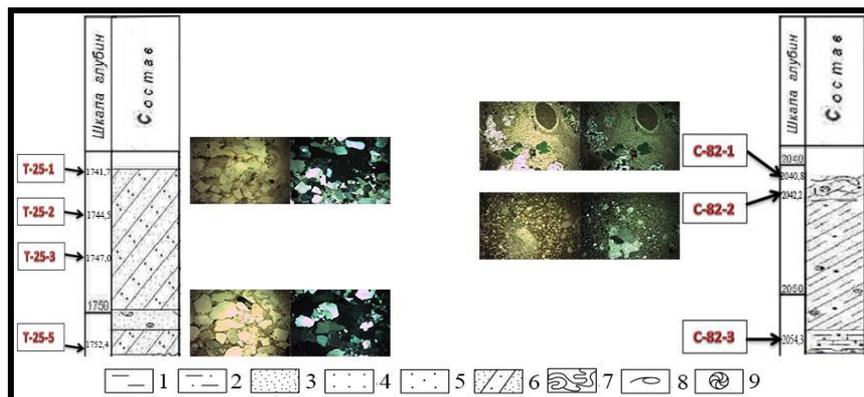


Рис. 2 Сопоставление разреза по скважинам 6825 и 7282. Условные обозначения: 1 – аргиллит; 2 – мелкозернистый алевролит; 3 – мелко-, 4 – средне- и 5 – крупнозернистые песчаники; 6 – переслаивание различных типов; 7 – текстура взмучивания и оползания; 8 – раковины, 9 – ростры белемнитов

Исходя из фактического материала, можно заключить, что песчаники в скважине 6825 и 6851 отлагались в постоянной обстановке осадконакопления, об этом говорит массивная, реже косослоистая, текстура и перенесенная ракушка в верхней части разреза толщи. Плохая сортировка песчаников указывает на высокую скорость осадконакопления. Отличием является то, что в скважине 6851 песчаник сменяется крупнозернистым алевролитом в верхней части разреза, это свидетельствует о прогибании на данном участке.

В скважине 7282 Сыморьяхского месторождения ситуация кардинально другая. Изначально отлагался тонкозернистый песчаник с линзовидно-волнистой слоистостью, подчеркнутой темным алевролитом, что свидетельствует о глубоководных условиях, механизм осадконакопления схож с образованием проксимальной части турбидитного потока. Далее песчаник сменяется сильно биотурбированными породами (процент переработанности до 90%) алевроаргиллитового состава, это указывает на изменение глубины осадконакопления, следовательно, можно говорить о трансгрессии моря. В рассмотренных образцах наблюдается несколько окон колонизации, т.е. переработанные породы перекрыты вышележащим осадком так, что последующая жизнедеятельность инфавны невозможна [3]. Запечатывающий осадок – алевроаргиллитовый флюидный поток, по механизму образования схожий с головкой турбидитного потока. Весь процесс закончился резким перекрытием нижележащего слоя глинами абалакской свиты. Контакт между ними очень грубый, резкий, он указывает на то, что материал накапливался в жестких динамических условиях, и весь этот процесс проходил очень быстро.

Такой контраст в отложениях объясняется О.В. Золотовой [2], где автор указывает на закономерности отлагаемых осадков в зависимости от состава фундамента. В скважинах, где фундамент представлен гранитами или гранитные массивы расположены в непосредственной близости, в отложениях вогулгинской толщи фактически отсутствуют известняки. Над туфами накапливались породы преимущественно с глинистой составляющей. Исходя из данного утверждения, можно сделать вывод, что в скважинах 6825 и 6851 непосредственным источником материала является гранитный массив, а в скважине 7282 – туфы, и метаморфизованные породы на контакте.

Подводя итог, можно говорить о том, что, несмотря на непосредственную близость, отложения изучаемых скважин контрастны, и о фацальной их принадлежности говорить сложно. Состав их напрямую зависит от области сноса и состава разрушаемых пород, а также от обстановки осадконакопления.

#### Литература

1. Алексеев В.П. Строение и корреляция отложений тюменской свиты Шаимского нефтегазоносного района (Западная Сибирь). – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2009. – 227 с.
2. Золотова О.В. Условия формирования отложений вогулгинской толщи на юге Тюменской области // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. – Новосибирск: Изд-во СГУГиТ, 2016. – Т. 2. – № 1. – С. 41–45.
3. Микулаш Р., Дронов А. Палеоихнология – введение в изучение ископаемых следов жизнедеятельности. – Прага: Геол. ин-т Ак. Наук Чешской Респ., 2006. – 122 с.

**АВТОАДАПТАЦИЯ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ  
МОДЕЛЕЙ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

**Р.К. Ибатуллин, А.А. Иванцов**

Научный руководитель инженер Г.Ю. Шишаев

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

*Введение.* Геологическое и гидродинамическое моделирование представляет собой создание компьютерных моделей, которые используются для симуляции течения жидких сред (как правило, нефти, воды и газа) через пористую среду. Модели используются нефтегазовыми компаниями при принятии решений о разработке новых месторождений с целью оценки их инвестиционной привлекательности, а также для прогноза дебитов жидкости и распределения пластового давления с целью выработки стратегии разработки. Моделирование связано с рядом проблем и ограничений. Во-первых, создание и корректировка модели месторождения часто занимает много времени, а получение исходных данных стоит значительных средств (например, отбор керна). Кроме того, модели основаны на данных, полных неопределенностей, среди которых: распределение фаций, сейсмические данные, данные о добыче, недостаток надежных керновых и каротажных данных и результатов гидродинамических исследований и т.д. Вследствие этих неопределенностей, модель (геологическая и гидродинамическая) нуждается в корректировке, которая становится возможной с появлением опорных данных в виде информации по дебиту добычи и закачки флюидов, обводненностей, давлений в пласте, на забое или устье скважин и др. Этот процесс носит название адаптации (*history matching*). Параметрами, с опорой на которые производится адаптация модели, являются данные по накопленным и текущим показателям добычи и закачки углеводородов и рабочих агентов, забойное давление по скважинам, среднее пластовое давление и т.д.

Оценка качества адаптации истории требует подсчета значения целевой функции, т.е. квадрата несоответствия между измерениями и результатами моделирования. Модель при определенных параметрах считается сааптированной, если достигнуто условия минимума целевой функции.

Процесс адаптации часто сопряжен с трудоемкостью, так требует множества итераций. С развитием автоматизированных средств вычислений стала возможна так называемая автоадаптация, в ходе которой автоматически в модель вносятся многочисленные изменения и на условия минимизации целевой функции выбираются наиболее подходящие реализации модели.

*Методы автоадаптации.* Существует два направления автоадаптации: детерминистический и стохастический.

Детерминистические методы используют традиционные подходы оптимизации и получают единственную оптимальную модель месторождения. Для этого вычисляется градиент целевой функции и его направление, а затем находится единственная реализация. Однако автоадаптация является обратной задачей моделирования, и может существовать несколько реализаций модели, которые удовлетворяют истории разработки месторождения. Таким образом, нахождение единственного решения часто исключает нахождение решения верного, и это может негативно отразиться на результатах принятых решений по разработке месторождения.

Стохастические методы требуют значительных вычислительных затрат, но из-за быстрого развития скорости компьютерных вычислений стохастические алгоритмы получают все более широкое распространение. Такие методы имеют три основных прямых преимущества [5]: 1) В результате адаптации создается серия случайных равновероятных реализаций, все из которых могут быть геологически и физически обоснованными; 2) Позволяют предсказывать неопределенность прогнозирования, сравнивая результаты моделирования всех реализаций; 3) Среди всех реализаций лежит искомая репрезентативная модель.

Среди наиболее широко распространённых стохастических алгоритмов [5]: имитация отжига (*Simulated Annealing*); Генетический алгоритм (*Genetic Algorithm*); Политоп (*Polytope*); Поиск рассеяния и табу (*Scatter & Tabu Searches*); Метод соседей (*Neighborhood*); Фильтр Калмана (*Kalman Filter*).

Одной из реализаций программного продукта для автоадаптации является Raven (созданный подразделением *Epistemy Ltd.* университета *Heriot Watt*). В Raven применены стохастические методы автоадаптации. Он позволяет осуществлять автоадаптацию моделей резервуара и оценивать степень неопределенностей данных. В Центре подготовки и переподготовки специалистов нефтегазового дела НИ ТПУ осуществляется тестирование продукта.

Рассмотрим пример адаптации синтетической модели с 1 добывающей и 1 нагнетательной скважинами по дебиту воды, нефти, давлению на забое [1]. Для небольшой модели было применено более 10000 итераций (ограничивается пользователем). Адаптация производилась с опорой на текущий дебит по воде и нефти, забойному давлению для добывающей скважины и на текущий расход воды и забойное давление в нагнетательной скважине (рис. 1). Адаптируемыми параметрами являются: толщины пропластков, вертикальная и горизонтальная проницаемости, фазовые проницаемости, скин-фактор.

*Геологический реализм при автоадаптации.* Относительно широкое распространение в автоадаптации получает контроль геологического реализма. Современный подход метода геологического реализма при автоадаптации состоит в том, чтобы генерировать предварительную (априорную) геологическую информацию, основанную на внутренних взаимосвязях между геологическими генетически связанными параметрами (например, глубина и толщина речного канала); затем использовать эту информацию для контроля геологического реализма распределения параметров пласта в процессе адаптации. Это значительно ускоряет процесс автоадаптации, а также позволяет создать равновероятные геологически обоснованные реализации модели резервуара, что обеспечивает лучшую прогнозируемость разработки.

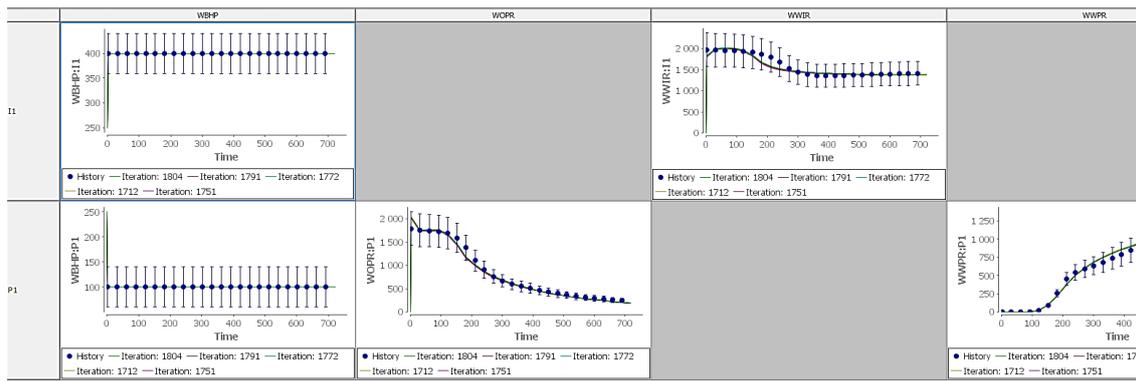


Рис. 1 Результаты автоадаптации, выполненной в Raven

Одной из важнейших проблем при генерировании априорной информации является определение геометрии осадочных тел и распределение в них фаций. Осуществить это невозможно без анализа обстановки осадконакопления, в которой было сформировано геологическое тело.

Построение седиментологической модели является сложным процессом, и статистические методы распределения и линейные оценки свойств не могут эффективно справиться с этим по многим причинам:

а) количество данных (керновых, обнажений) крайне невелико, а их качество невысоко (в особенности сейсмических);

б) геологическая информация крайне разнообразна и тяжело учитываема (характеристика процесса осадконакопления: размер осадка, температура, энергия, тектоника и т.д., – или распределение свойств в пределах породы: литология, пористость, проницаемость, смачиваемость, химический состав, ископаемые остатки);

в) статистические соотношения между геологическими переменными являются нелинейными;

г) данные являются с разной степенью неточными.

В связи этими проблемами широкое применение в процессе создания априорной геологической информации (геометрии осадочных тел, распределения фаций) получили методы машинного обучения. Многие методы машинного обучения позволяют создать сложные, нелинейные распределения многочисленных свойств на основе уже имеющихся обучающих моделей. Число равновероятных реализаций при этом не ограничено. Например, процесс обучения на основе встречающихся нам реальных речных систем и глубоководных обстановок осадконакопления описан соответственно в [2, 3]. Обученные алгоритмы на основе большого количества входной информации, включающей геологические скважинные данные, сейсмические снимки, создают возможные геологические модели резервуаров на принципе подобия современным обстановкам осадконакопления. Эффективными показали себя Support Vector Method [3], Neighbourhood Algorithm [2], Kernel Learning Algorithm [4].

Так, в [3] в качестве предварительной информации использовался набор тренировочных образов, связанных с геометрией и распределением фаций в речных ветвящихся системах (рис. 2). На основе этих тренировочных образов был построен ряд геологических, а затем гидродинамических моделей. После сравнения результатов моделирования и реальных данных были выбраны опорные модели, которые используются для дальнейшего прогноза.

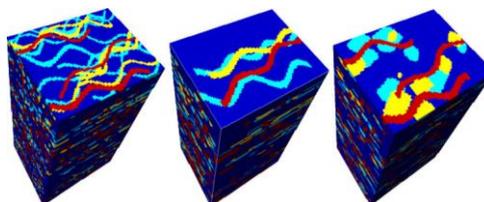


Рис. 2 Распределение и геометрия речных канальных отложений в трех равновероятных реализациях

#### Заключение

Автоадаптация с применением априорной геологической информации в геологическом и гидродинамическом моделировании месторождений нефти и газа является эффективным инструментом для создания множественных равновероятных моделей, позволяет соблюдать геологический реализм и, в конечном итоге, дает возможность принять оптимальные решения по разработке месторождений нефти и газа. Перспективным инструментом для создания априорной геологической информации являются методы машинного обучения.

#### Литература

- Инструмент автоадаптации и оценки неопределенностей Raven/ЦППС НД ТПУ. – Томск, 2017. – 26 с.
- Alpak F.O., Barton M.D., and Castineira D. Retaining Geological Realism in Dynamic Modelling: A Channelized Turbidite Reservoir Example From West Africa. *Petroleum Geoscience* – 17, 2011. – P. 35 – 52.
- Demyanov V., Pozdnoukhov A., Kanevski M. and Christie M. Geomodelling of a Fluvial System with Semi Supervised Support Vector Regression. VII International Geostatistics Congress. Santiago de Chile, 2008. – P. 627 – 636.
- Demyanov V., Christie M., Kanevski M. and Pozdnoukhov A. Reservoir Modelling Under Uncertainty – A Kernel Learning Approach. IX International Geostatistics Congress. Oslo, extended abstract, 2012.

8. Landa J.L. Reservoir parameter estimation constrained to pressure transients, performance history and distributed saturation data. PhD thesis, Stanford University, 1979
9. Park H., Scheidt C., Fenwick D., Boucher A. and Caers J. History Matching and Uncertainty Quantification of facies models with multiple geological interpretations. Computational Geosciences, 2013. – P.1 – 13.

**К ВОПРОСУ ОБ ИСТОЧНИКАХ СНОСА ВО ВРЕМЯ ФОРМИРОВАНИЯ  
НИЖНЕКАМЕННОУГОЛЬНОЙ ЖУКОВСКОЙ СВИТЫ  
(ВИЗЕЙСКИЙ ЯРУС, ВОСТОЧНЫЙ СКЛОН СРЕДНЕГО УРАЛА)**

**А.Ю. Исаков<sup>1,2</sup>, О.Ю. Мельничук<sup>2</sup>**

Научный руководитель профессор Г.А. Мизенс

<sup>1</sup>Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

Жуковская свита – визейская толща терригенных пород (аргиллиты, песчаники, гравелиты, брекчии, глыбы известняков) мощностью более 800 метров. Наиболее представительный разрез свиты обнажается в стратотипической местности, в районе д.д. Жуково и Сохарево на р. Реж. Основной целью настоящей работы является определение состава источников сноса, существовавших во время формирования жуковской свиты в поздневизейское время при помощи геохимических исследований.

Таблица

Содержание петрогенных оксидов (мас. %), значения петрохимических модулей и индикаторов

Компонент	Мин.	Ср.	Макс.	Компонент, модуль	Мин.	Ср.	Макс.
Na <sub>2</sub> O	1,15	1,29	1,43	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> общ/(Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +FeO)	4,31	4,97	6,07
MgO	1,93	2,34	3,08	п.п.п. (потери при прокаливании)	8,70	11,78	12,80
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,37	10,03	11,11	ГМ ((Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> общ+MnO)/SiO <sub>2</sub> )	0,26	0,28	0,37
SiO <sub>2</sub>	54,17	58,58	63,63	ТМ (TiO <sub>2</sub> / Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,05	0,05	0,06
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,11	0,12	0,18	ЖМ ((Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> общ+MnO)/(TiO <sub>2</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ))	0,42	0,53	0,91
K <sub>2</sub> O	1,48	1,68	2,08	ФМ ((Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> общ+MnO+MgO)/ SiO <sub>2</sub> )	0,12	0,13	0,23
CaO	4,9	8,07	9,49	HKM ((Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O)/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,27	0,3	0,33
TiO <sub>2</sub>	0,46	0,52	0,59	AM (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> / SiO <sub>2</sub> )	0,15	0,17	0,19
MnO	0,14	0,57	3,36	ЦМ (Na <sub>2</sub> O/K <sub>2</sub> O)	0,62	0,78	0,9

Работа основана на результатах исследования аргиллитов, вскрытых в одном из двух карьеров на северной окраине д. Жуково, так как именно их геохимические особенности (на наш взгляд) наилучшим образом отражают состав некарбонатных массивов, размывавшихся на палеоводосборах. Всего в карьерах обнажается 5 пачек (360 м в целом). Детально они описаны в работе Т.И. Степановой с соавторами [2]. В юго-западном карьере разрез (260 м) сложен тонкослоистыми аргиллитами с щепковидной отдельностью. Породы с неравномерной примесью алевритового и карбонатного материала, чередуются с тонкими (1–5 мм) слоями алевритов, тонко- и мелкозернистых песчаников. Вверх по разрезу толщина песчаных пластов становится больше (от 2–3 до 30 см, иногда до 1–1,5 м), породы более грубые. Выше, в северо-восточном карьере, вскрыто неравномерное чередование аргиллитов и мергелей с калькаренитами, кальцирудитами, граувакками.

Комплексные исследования проб аргиллитов указанного разреза (16 проб) сделаны в лаборатории ФХМИ ИГГ УрО РАН (ЦКП «Геоаналитик»).

Подавляющее большинство изученных проб аттестуется (по [4]) как миосилиты, одна проба относится к хемотипу псевдосиферлитов (табл. 1). Псевдосиферлит отличается от остальной выборки повышенным (более 3%) содержанием оксида марганца. В целом отнесение аргиллитов к хемотипу миосилитов позволяет предполагать в них значительное количество алевритовой примеси. При этом аргиллиты являются известковистыми – суммарное содержание CaO и п.п.п. составляет от 13,6 до 22,3 мас. % (среднее 19,9 мас. %).

По положению фигуративных точек составов аргиллитов жуковской свиты на классификационных диаграммах Я.Э. Юдовича и М.П. Кетрис [4] можно предполагать, что глинистая составляющая в них представляет собой смесь хлоритов, гидрослюд (преобладают) и монтмориллонита (рис. 1).

Вероятно, среди пород-источников обломочного материала присутствовали магматические породы основного и среднего состава, а также осадочные образования, на что указывает положение фигуративных точек глинистых пород жуковской свиты на диаграмме F1-F2<sup>1</sup>[6] (рис. 2), предназначенной для идентификации пород, размывавшихся на палеоводосборах (некоторые из точек выборки тяготеют к полям изверженных пород основного и среднего состава). Выявленные особенности не противоречат и несколько дополняют данные, полученные в результате изучения галек конгломератов разреза «Балабанов камень» Т.И. Степановой и Н.А. Кучевой [2]. Согласно их определениям, помимо многочисленных и разнообразных галек известняков раннекаменноугольного (визейского) и девонского возрастов в конгломератах присутствуют обломки пород трахиандезитовой толщи позднедевонско-раннетурнейского возраста (в том числе кремни) и литокласты песчаников карбонатно-кремнистого состава, возраст которых неизвестен.

<sup>1</sup>F1 = 30,638 × TiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 12,541 × Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 7,329 × MgO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 12,031 × Na<sub>2</sub>O/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 35,402 × K<sub>2</sub>O/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 6,382; F2 = 56,5 × TiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 10,879 × Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 30,875 × MgO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 5,404 × Na<sub>2</sub>O/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 11,112 × K<sub>2</sub>O/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 3,89

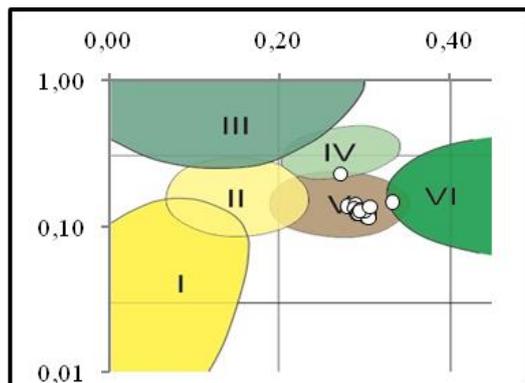


Рис. 1 Положение фигуративных точек составов глинистых пород жуковской свиты на классификационной диаграмме НКМ–ФМ [4]:

I – преобладает каолинит; II – преобладает монтмориллонит с подчиненным количеством каолинита и гидрослюда; III – доминирует хлорит, в виде примеси может присутствовать Fe-гидрослюда; IV – преимущественно гидрослюдистый состав, значительная примесь тонких обломков полевых шпатов; V – стандартная трехкомпонентная система «хлорит + монтмориллонит + гидрослюда»; VI – гидрослюдистый с той или иной примесью тонкодисперсного полевого шпата

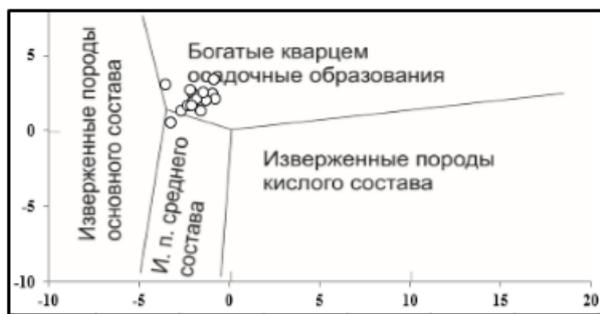


Рис. 2 Диаграмма F1–F2 [6] с нанесенными на неё фигуративными точками аргиллитов жуковской свиты

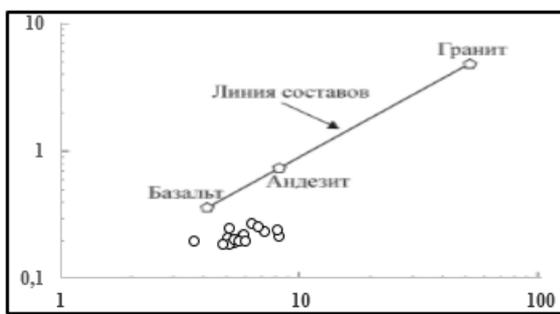


Рис. 3 Положение фигуративных точек аргиллитов жуковской свиты на диаграмме Zr/Sc–Th/Sc [5]

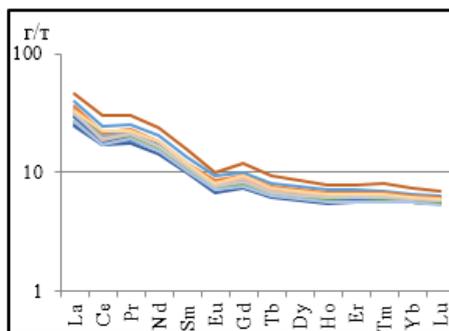


Рис. 4 Вариация РЗЭ, нормированных на хондрит [3], в аргиллитах жуковской свиты

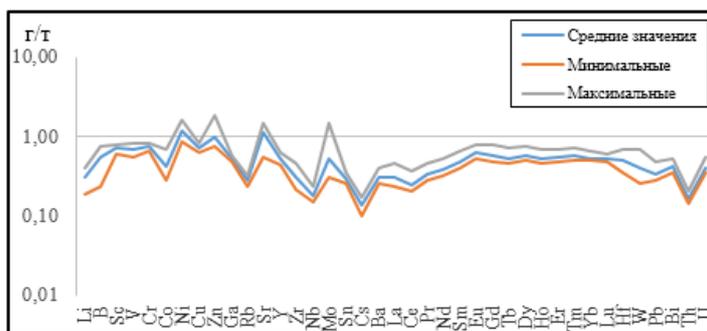


Рис. 5 Распределение нормированных на ПААС [3] содержаний элементов-примесей для глинистых пород жуковской свиты

На преобладание среди магматических пород в источниках сноса основных и, вероятно, средних вулканитов может указывать сосредоточение фигуративных точек глинистых пород вблизи точек составов среднего базальта и андезита на диаграмме Zr/Sc–Th/Sc [6] (рис. 3), а также характер нормированных на хондрит (рис. 4) спектров распределения редких земель ( $(Gd/Yb)_N = 1,33–1,63$ ;  $(La/Yb)_N = 4,35–6,32$ ) и пониженные их содержания в исследуемых аргиллитах ( $\Sigma РЗЭ$  (редкоземельные элементы) не превышает 84 г/т относительно усредненной суммы РЗЭ в глинистых сланцах и аргиллитах [1]). В то же время при нормировании содержаний элементов-примесей на ПААС [3] (рис. 5) не выявлено преобладание каких-либо характерных для основных магматических пород элементов, за исключением Ni и Zn.

Таким образом, можно предполагать, что в поздневизейское время при формировании жуковской свиты на палеоводосборах размывались не только осадочные (кремни, известняки и песчаники), но и магматические (основные и средние) породы.

Исследования выполнены при частичной поддержке программы УрО РАН № 18-5-5-11

Литература

1. Маслов А.В. Осадочные породы: методы изучения и интерпретации полученных данных. Учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005. – 289 с.
2. Степанова Т.И., Мизенс Г.А., Кучева Н.А. Новые данные по литологии и фауне жуковского горизонта визейского яруса стратотипической местности (восточного склона Среднего Урала) // Ежегодник-2007. – Екатеринбург, 2008. – С. 144–151.
3. Тейлор С.Р., Мак-Леннан С.М. Континентальная кора: ее состав и эволюция. – М.: Мир, 1988. – 384 с.
4. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Основы литохимии. – СПб.: Наука, 2000. – 479 с.
5. Critelli S., Mongelli G., Perri F., Martin-Algarra A., Martin-Martin M., Perrone V., Dominici R., Sonnino M., Zaghoul M.N. Compositional and Geochemical Signatures for the Sedimentary Evolution of the Middle Triassic-Lower Jurassic Continental Redbeds from Western-Central Mediterranean Alpine Chains // J. Geol. 2008. – V. 116. – P. 37–386.
6. Roser B.P., Korsch R.J. Provenance signatures of sandstone-mudstone suites determined using discriminant function analysis of major-element data // Chem. Geol., 1988. – V. 67. – P. 119–139.

**ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫЕ ЗАПАСЫ НЕФТИ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ. МЕТОДЫ РАЗРАБОТКИ**  
**Н.И. Исламова, Т.И. Исламов**

Научный руководитель доцент Н.М. Недоливко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия*

Считается, что к середине 21 века потребление энергии на Земле увеличится. Но как же с этим быть, если производство «традиционной» нефти не поспевает за спросом уже сегодня. За последние годы были открыты невероятно гигантские месторождения углеводородов в Арктике. Но изученность данных территорий, неэффективные на сегодняшний день технологии и проблемы с прокладкой дорог, оставляют желать лучшего.

Эксперты считают [1], что пик добычи легкодоступной нефти будет достигнут через 20-25 лет, а затем будет наблюдаться спад. Предвидя данную ситуацию, многие компании начинают задумываться о добыче тяжёлых углеводородов уже сегодня. Например, в Канаде разработка тяжёлых углеводородов осуществляется с конца 1995 года, и ежегодно перерабатывается 100 млн. т в год. Тогда как запасы тяжёлых углеводородов в РФ оцениваются миллиарды тонн, а решение вопросов, связанных с нехваткой специализированного оборудования для добычи, транспортировки сырья и его переработке, остается во многом проблематичным.

Что такое тяжёлая нефть? Чем она отличается от традиционной нефти? Как осуществляется разработка тяжёлых углеводородов? Мы постараемся дать ответы, на актуальные вопросы, которые в скором будущем затронут каждого человека.

Тяжёлой нефтью принято считать [6] жидкости углеводородов, которые имеют плотность в диапазоне от 920-1000 кг/м<sup>3</sup> и вязкость от 10 до 100 мПа·с. Природные битумы – это вязкие, вязко-пластичные или же твердые смеси углеводородов с вязкостью от 10000 мПа·с и плотностью более 1000 кг/м<sup>3</sup>. Нефти с вязкостью от 100 до 10000 мПа·с и плотностью около 1000 кг/м<sup>3</sup> принято называть сверхтяжёлыми. На практике, тяжелые и сверхтяжелые нефти объединяются в одну группу – тяжелые нефти либо высоковязкие [6].

В Америке принято делить тяжелую нефть по плотностям с более высокими показателями [1]:

- Тяжёлые нефти характеризуется плотностью от 20-14 °API (934-972 кг/м<sup>3</sup>);
- Сверхтяжелые нефти характеризуются плотностью от 14-10 °API (972-1000 кг/м<sup>3</sup>);
- Природные битумы характеризуются плотностью < 10 °API (> 1000 кг/м<sup>3</sup>).

По праву Россию можно считать третьей страной по запасам тяжелых углеводородов (1 место занимает Канада, 2 – Венесуэла) [4]. Только в пределах Западно-Сибирского и Волго-Уральского нефтегазоносных бассейнов расположено более 75 % тяжёлых углеводородов. Принято считать, что Волго-Уральский бассейн является лидером по проценту «тяжёловесов» в стране и содержит в себе более 65 % запасов залежей (рис.). Тяжёлые углеводороды нашей страны характерны для Башкортостана, Татарстана, Пермской и Оренбургской областей, Сибири, Сахалина, Республики Коми.

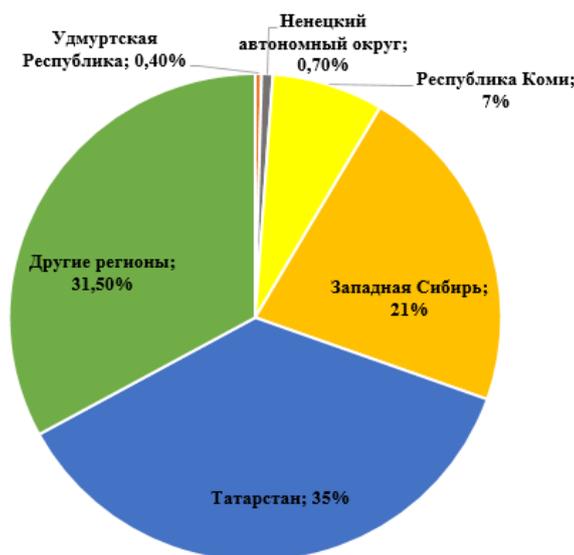


Рис. 1 Запасы тяжёлой нефти в России

Принято считать, что коллекторы нетрадиционных залежей обладают неоднородностью и высокими фильтрационно-ёмкостными свойствами, пористость их лежит в диапазоне 20–45%. Продуктивные разрезы месторождений с такими залежами характеризуются высокой расчлененностью. Глубина залегания продуктивных отложений колеблется от 300 до 1500 м, при этом на месторождениях, играющих большую роль, этот интервал определяется глубинами 1000-1500 м. Татарстан является одним из ведущих мест по содержанию природных битумов, ведь его доля составляет 35%. Битумы сернистые (1,7-8,0%), высоковязкие (до десятков и сотен тысяч мПа·с), высокосмолистые (19,4-48,0%), тяжёлые (962,6—1081 кг/м<sup>3</sup>). Глубина залежей составляет от 50 – 400 м.

Для выбора варианта разработки необходимо опираться на технолого-экономические характеристики, а именно: геологическое строение участка, условия залегания пластов, физико-химические свойства флюида, климатические условия и т.д. Разработка тяжёлых нефтей и битумов осуществляется различными вариантами: карьерным и шахтным, холодным способом или тепловыми методами [2, 5].

Карьерный метод подразумевает под собой открытый способ добычи углеводородов. Из-за данного способа применение метода ограничивается глубинами залегания пород до 50 м. После получения породы на поверхность требуются дополнительные работы по извлечению углеводородов, что несомненно даёт высокий процент нефтеотдачи (от 65% до 85%).

Шахтный способ добычи нефти является одним из древних методов. Этот способ добычи осуществляется с помощью подземных горных выработок, сооружённых в нефтяной шахте. Шахтный способ ведётся двумя способами: очистной шахтой и шахтно-скважинной. Отличие состоит в том, что при очистном шахтном методе подъём породы осуществляется на поверхность, а при шахтно-скважинном породы отбираются в горных выработках из наклонных и вертикальных скважин.

К холодным методам разработки углеводородов можно отнести системы «CHOPS» и «VAPEX». Метод «CHOPS» основан на том, что благодаря разрушению коллектора, меняются его физические свойства и находящиеся в нем нефть и песок приобретают такое важное свойство, как текучесть [1]. Коэффициент нефтеотдачи в этом случае очень мал и составляет всего лишь 10%. Но главное достоинство данного способа, что оно не требует больших финансовых инвестиций на обустройство данного метода.

Метод «VAPEX» осуществляется с помощью пары горизонтальных скважин. В верхней скважине создается камера-растворитель. В результате хаотичного движения, нефть разжижается и стекает к добывающей скважине. Коэффициент нефтеотдачи составляет 60 %, но темпы добычи таким образом являются низкими.

Также для разработки тяжёлых углеводородов используются тепловые методы. Внутрислоевого горения подразумевает под собой сжигание тяжёлых составляющих нефти в пласте. В этот момент, в зоне горения температура доходит до 500-700 °С. В результате увеличения температуры, происходит термический крекинг и вязкость нефти уменьшается.

Наиболее широко используются паротепловые обработки призабойных зон скважин. Суть данного метода заключается в постоянной закачке пара, в результате чего происходит повышение продуктивности скважин. Но в силу того, что данному методу подвергается призабойная часть скважины, коэффициент нефтеотдачи крайне мал и составляет всего 15-20%. Недостатком данного метода является достаточно высокая энергоёмкость процесса и увеличение объема попутного газа. Паротепловому методу характерно неизотермическое вытеснение нефти теплоносителем. Под воздействием тепла происходит снижение вязкости нефти, улучшается охват пласта и увеличивается коэффициент вытеснения. Рабочими агентами может быть пар, горячая вода, раствор и т.д.

Недостатки и достоинства методов приведены в таблице.

Характеристика методов разработки тяжёлых нефтей

Способ		Глубина	Коэффициент нефтеотдачи	Недостатки
Карьерный способ	Открытый	До 50 м	От 65 до 85%	Доп. работы
Шахтная разработка	Очистная – шахтная	До 200 м	До 45%	Снижение эффективности
	Шахтно - скважинная	До 400 м	До 6 %	Большое количество бурения
Холодный	Метод «CHOPS»	Не более 800 м	До 10 %	Ограничения по максимальным значениям вязкости нефти и низкие темпы разработки
	Метод разработки «VAPEX».		До 60 %	

Литература

1. Воронина Н.В. Мировой рынок нефти: тенденции развития и особенности ценообразования, 2003. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.cfin.ru/press/practical/2003-10/05.shtml>. – Дата обращения: 02.10.2017
2. Методы добычи, 2016. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://kursak.net/metody-dobychi-referat/> Дата обращения: 04.10.2017.
3. Методы разработки месторождений высоковязких нефтей и природных битумов, 2012. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://studbooks.net/1785717/eniya> – Дата обращения: 01.10.2017.
4. Особенности добываемой в России нефти: разброс качества, 2008. – [Электронный ресурс]. – URL: – Дата обращения: 09.09.2017.
5. «Холодные» способы добычи, 2015. – [Электронный ресурс]. – URL: [http://studbooks.net/1785718/geografiya/holodnye\\_sposoby\\_dobychi](http://studbooks.net/1785718/geografiya/holodnye_sposoby_dobychi). – Дата обращения: 03.10.2017.
6. Щепалов А.А. Тяжелые нефти, газовые гидраты и другие перспективные источники углеводородного сырья: учебно-методическое пособие, 2012. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/845/77845/58821>. – Дата обращения: 25.09.2017.

**АНАЛИЗ ВЫРАБОТКИ ЗАПАСОВ НЕФТИ ИЗ ГОРИЗОНТА Ю<sub>1</sub> НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАРАКУДУК (КАЗАХСТАН)**

**Л.И. Исмадова**

Научный руководитель доцент Г.Ф. Ильина

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Месторождение Каракудук расположено в юго-западной части плато Устюрт. По административному делению месторождение относится к Мангистаускому району Республики Казахстан. Продуктивными отложениями являются 15 продуктивных объектов: I эксплуатационный объект включает два верхних горизонта Ю<sub>1</sub>-Ю<sub>2</sub>; II эксплуатационный объект – горизонты Ю<sub>6</sub>-Ю<sub>7</sub>, III эксплуатационный объект – горизонты Ю<sub>8</sub>-Ю<sub>9</sub>, IV эксплуатационный объект – горизонт Ю<sub>10</sub>, возвратный объект – горизонты Ю<sub>3</sub>-Ю<sub>4</sub>-Ю<sub>5</sub>. Продуктивный горизонт Ю<sub>1</sub> четко прослеживается по всей площади месторождения и состоит из двух пластов Ю<sub>1</sub>-А и Ю<sub>1</sub>-Б, при этом пласт Ю<sub>1</sub>-А является промышленным нефтеносным, а пласт Ю<sub>1</sub>-Б – водоносным по ГИС. Для пласта Ю<sub>1</sub>-А общая толщина изменяется от 14,4 м (скв. 180) до 38,7 м (скв. 140БС), общая эффективная толщина от 2,5 м до 18,2 м, эффективная нефтенасыщенная толщина от 1 м до 18,1 м, коэффициент песчаности от 0,2 до 1, коэффициент расчлененности 6. Коэффициент пористости по ГИС варьирует от 0,162 д.ед. до 0,220 д.ед., в среднем составляет 0,176 д.ед., по керну – от 0,120 д.ед. до 0,235 д.ед., в среднем составляет 0,178 д.ед., коэффициент нефтенасыщенности варьирует от 0,417 д.ед. до 0,520 д.ед., в среднем составляет 0,475 д.ед. ВНК отбивается на абсолютной отметке -2445,5 м. Для опесчаненной части разреза объекта I (пласт Ю<sub>1</sub>-А) профили вскрытия перфорацией и приемистости (кровельная и подошвенная часть) совпадают, что указывает на полный охват данной части разреза [2]. В добывающих скважинах, активно работает подошвенная часть разреза, в кровельной – наблюдается отставание выработки запасов нефти. Большая часть добывающих скважин стимулирована гидроразрывом пласта (ГРП). Средний дебит нефти составляет 10,8 т/сут, жидкости 68,1 т/сут, обводненность 84,1 %. За первое полугодие 2013 г. добыто 10,0 тыс. т нефти и 63,6 тыс. т жидкости, закачано 57,4 тыс. м<sup>3</sup> воды. В границах объекта I, согласно проектным решениям, объединены пласты Ю<sub>1</sub>-А, Ю<sub>2</sub>-А и Ю<sub>2</sub>-Б. Основные запасы нефти содержатся в интервалах пласта Ю<sub>1</sub>-А (кровельная часть объекта I), который характеризуется относительно однородным выдержанным по толщине опесчаненным телом. Пласты Ю<sub>2</sub>-А и Ю<sub>2</sub>-Б характеризуются более высокой неоднородностью и содержат 12% всех запасов объекта. Объект по разрезу охвачен разработкой неравномерно, наиболее активно вырабатываются запасы нефти из интервалов пласта Ю<sub>1</sub>-А, добыто 23,2% от геологических запасов нефти всего объекта: на долю пластов Ю<sub>2</sub>-А и Ю<sub>2</sub>-Б приходится не более 2% всей добытой нефти.

Повышение извлекаемых запасов углеводородов является одной из самых актуальных и важных задач в нефтедобывающей промышленности. На месторождении в основном ГРП проводились на I объекте (горизонты

Ю<sub>1</sub>+Ю<sub>2</sub>), что составляет 79% мероприятий. На I объекте 85% скважин имеют прирост обводненности после ГРП не выше 10%, по месторождению в целом доля скважин с таким приростом составляет 78%.

В последние годы интенсивно развиваются технологии создания высокопроводящих трещин относительно небольшой протяженности в средне- и высокопроницаемых пластах, что позволяет снизить сопротивление призабойной зоны и увеличить эффективный радиус скважины. Проведение ГРП с образованием протяженных трещин приводит к увеличению не только проницаемости призабойной зоны, но и охвата пласта воздействием, вовлечению в разработку дополнительных запасов нефти. При этом возможно снижение текущей обводненности добываемой продукции. Оптимальная длина закрепленной трещины при проницаемости пласта 0,01-0,05 мкм<sup>2</sup> обычно составляет 40-60 м, а объем закачки – от десятков до сотен кубических метров жидкости и от единиц до десятков тонн проппанта [1]. Всего от проведения ГРП эффект получен в 77 случаях (успешность 95,1 %), при этом дополнительная добыча нефти на 1 скв. /опер. составила 3878,9 т. Дополнительная добыча от проделанных работ в сумме составила 314,189 тыс. т.

Выводы:

ГРП рекомендуется к дальнейшему применению на месторождении, так как является эффективным и быстро окупаемым мероприятием за короткий срок.

#### Литература

1. Ильина Г.Ф. Методы и технологии повышения нефтеотдачи для коллекторов Западной Сибири: учебное пособие / Г.Ф. Ильина, Л.К. Алтунина: Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – 2-е изд. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 164 с.
2. Мухтанов Б.М. Дополнение к уточненному проекту разработки нефтяного месторождения Каракудук / Отчет ТОО «НИИ «Каспиймунайгаз». – Атырау, 2013. – 56 с.

### **СЕЙСМОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЕРХНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРА НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ (НА ПРИМЕРЕ ВЕРХ-ТАРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)**

**А.Ю. Калинин, О.А. Локтионова**

*Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука, г. Новосибирск, Россия*

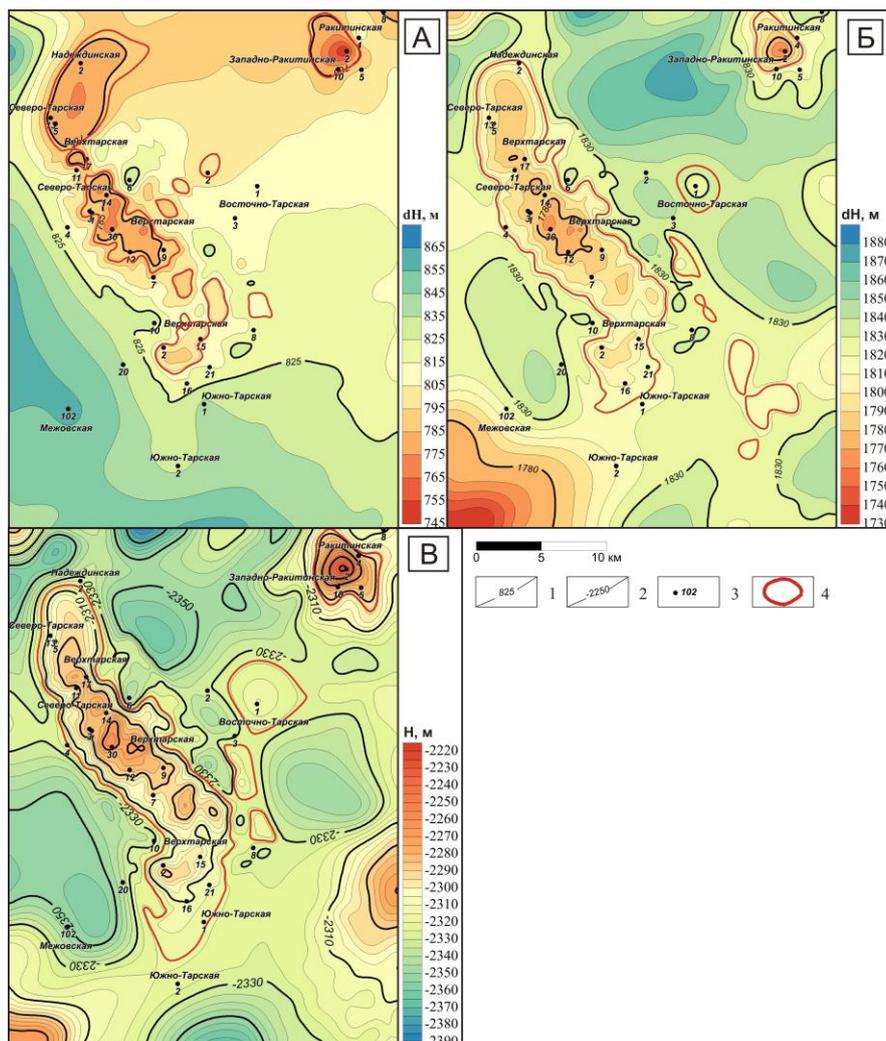
На юге Западной Сибири наибольший интерес представляют верхнеюрские отложения, с которыми связаны основные запасы и ресурсы нефти. За счет наличия в келловей-волжских отложениях песчаного пласта Ю<sub>1</sub>, имеющего региональное распространение и служащим коллектором, и баженовской свиты, выступающей в качестве нефтематеринской и выполняющей роль флюидоупора, создаются благоприятные условия для формирования месторождений углеводородов. Верх-Тарское нефтяное месторождение связано с оксфордскими песчаными пластами. Месторождение расположено в Межовском нефтегазоносном районе Васюганской нефтегазоносной области [1]. В тектоническом отношении приурочено к одноименному локальному поднятию, которое осложняет Межовский структурный мегамыс, граничащий на востоке с Калгачским наклонным мегавалом, на северо-западе – с Лавровским наклонным мезовалом [2].

Верх-Тарское нефтяное месторождение открыто в 1970 г., относится к категории средних по запасам и является самым значимым в Новосибирской области.

Район исследования расположен в Омско-Чулымской и Обь-Ленской фациальных областях. Разрез келловей-волжских отложений представлен васюганской и ее фациальным аналогом наунакской, георгиевской и баженовской свитами, которые формировались в полифациальных условиях: прибрежно-морских, мелководно-морских и прибрежно-континентальных [3, 4].

Васюганская свита подразделяется на нижнюю, сложенную аргиллитами, и верхнюю, представленную чередованием песчаников, алевролитов, аргиллитов и углей, подсвиты. Верхняя подсвита подразделяется на подугольную (регрессивную), межугольную (континентальную) и надугольную (трансгрессивную) пачки и содержит песчаные пласты, формирующие нефтегазоносный горизонт Ю<sub>1</sub>, к юго-востоку васюганская свита сменяется наунакской, представленной неравномерным переслаиванием песчаников, алевролитов, аргиллитов и углей, толщина отложений составляет от 60 до 120 м. Георгиевская свита распространена на всей территории исследования, сложена аргиллитоподобными темно-серыми до черных глинами, мощность изменяется от 10 до 22 м. Баженовская свита представлена черными и буровато-черными глинисто-кремнисто-карбонатными породами с высоким содержанием органического вещества (ОВ), на территории исследования она является основной нефтематеринской свитой и совместно с георгиевской свитой выполняет роль флюидоупора, мощность составляет около 30 м.

В ходе исследования были прослежены основные отражающие горизонты: Ф<sub>2</sub> (кровля доюрского основания), П<sup>а</sup> (подосва баженовской свиты), III (кошайская пачка альмской свиты и ее аналоги) и IV (кузнецовская свита), которые ограничивают в кровле и подошве юрский, берриас-аптский, альб-туронский и коньяк-кайнозойский осадочный мегакомплекс.



**Рис. 1** *Динамика изменения рельефа кровли юры: палеоструктурные карты кровли юры на время формирования кошайской пачки (А), кузнецовской свиты (Б) и современный рельеф (В).  
Условные обозначения: 1 – изопахиты, м; 2 – изогипсы, м; 3 – скважины, №; 4 – замкнутые положительные структуры*

Верх-Тарское месторождение приурочено к одноименной локальной структуре, в рельефе кровли доюрского основания имеет вытянутую форму, ориентировано с северо-северо-востока на юго-восток, оконтурено на абсолютной отметке -2645 м, имеет площадь 161 км<sup>2</sup>, амплитуда – 119 м. В рельефе кровли юрского мегакомплекса Верх-Тарская структура становится более линейной и приобретает флексуобразную форму, смыкающее крыло имеет северо-западное простирание, параллельные крылья направлены субмеридионально, поднятие замкнуто на глубине 2319 м, площадь составляет 162,5 км<sup>2</sup>, амплитуда – 57 м. В рельефе кровли берриас-аптского и альб-туронского комплексов структура разбивается на серию поднятий, с площадью до 32 км<sup>2</sup> и амплитудой до 12 м.

Анализ истории тектонического развития показал, что в юрское время происходило относительное воздымание северной и центральной частей территории исследования и относительное погружение на юге. Верх-Тарское поднятие было сформировано над эрозионно-тектоническими выступами доюрского фундамента, которые имели тенденцию к росту в юре и продолжали унаследовано развиваться в берриас-аптское время на фоне продолжающегося воздымания северо-востока территории, на данном этапе наиболее активно развивалась Верх-Тарская структура. В альб-туронское время произошла инверсия в направлении тектонических движений: область воздымания сместилась на юго-запад, а область прогибания – на северо-восток. В посттуронское время тектонические движения вновь сменились на противоположные. На протяжении двух последних этапов на Верх-Тарской структуре сохранялась тенденция к росту, но значительных вертикальных тектонических движений практически не происходило. Таким образом, в пределах Верх-Тарской структуры не происходило существенных тектонических перестроек и инверсий на протяжении всего времени ее формирования.

Верхнеюрская нефтяная залежь Верх-Тарского месторождения контролируется локальным поднятием, которое выделяется в рельефе кровли юрского комплекса, для определения времени и особенностей формирования структуры была рассмотрена динамика ее формирования.

В берриас-аптское время структура не была единой, а представляла серию поднятий: Северо-Тарское, Верх-Тарское и четыре небольших по площади в южном обрамлении. В альб-туронское время структура становится единой

и замкнутой, происходит наиболее интенсивный ее рост, площадь структуры составляла 150 км<sup>2</sup>, амплитуда – 48 м (что составляло 84% от современной). В пост-туронское время структурный план практически не меняется, незначительно увеличиваются площадь (до 162,5 км<sup>2</sup>) и амплитуда (на 16%) поднятия.

Верх-Тарская структура наиболее выражена в кровле доюрского основания, выше по разрезу в рельефе подошвы баженовской свиты сохраняется его площадь и очертания, амплитуда уменьшается, в рельефе вышележащих горизонтов, оно представлено серией разобщенных поднятий. Таким образом, вверх по разрезу происходит выравнивание рельефа.

Берриас-аптский этап был основным в формировании Верх-Тарской структуры в рельефе баженовской свиты. Таким образом, к началу генерации углеводородов органическим веществом баженовской свиты в кайнозойское время Верх-Тарская структура уже существовала, что позволило сформировать Верх-Тарское нефтяное месторождение.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Новосибирской области, проект 17-45-543214р\_мол\_а.*

#### Литература

1. Конторович А.Э. Нефтегазоносные бассейны и регионы Сибири, вып. 2. Западно-Сибирский бассейн / А.Э. Конторович, В.С. Сурков, А.А. Трофимук и др.; гл. ред. А.Э. Конторович. – Новосибирск, 1994. – 201 с.
2. Конторович В.А. Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН. Филиал «ГЕО», 2002. – 253 с.
3. Решение 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири. – Новосибирск, 2003 г. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2004.
4. Шурыгин Б.Н. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Юрская система / Б.Н. Шурыгин, Б.Л. Никитенко, В.П. Девятков, В.И. Ильина, С.В. Меледина, Е.А. Гайдебурова, О.С. Дзюба, А.М. Казаков, Н.К. Могучева. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2000. – 335 с.

### **ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВТОРИЧНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В ОТЛОЖЕНИЯХ ПЛАСТА Б5 УСТЬ-КУТСКОГО ГОРИЗОНТА (СЕВЕРО-ДАНИЛОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ)**

**А.А. Карих**

Научный руководитель заведующий сектором С.К. Квачко  
**РН-КрасноярскНИПИнефть, г. Красноярск, Россия**

В настоящее время множество работ посвящается изучению карбонатных пород и их свойств, однако ряд моментов, связанных с их вторичными преобразованиями не может считаться окончательно выясненным. Поскольку вторичные изменения определяют во многих аспектах промышленную значимость коллекторов, вопрос остается актуальным и в прикладном смысле. Результаты исследований постседиментационных процессов помогут уточнить в дальнейшем петрофизическую модель месторождения и корректнее оценить запасы.

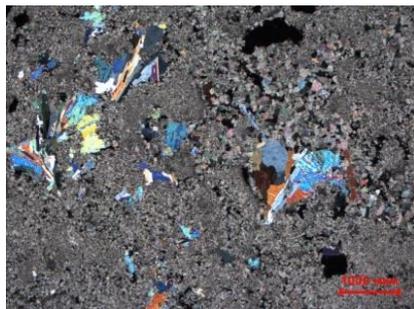
Изучались карбонатные отложения усть-кутского горизонта (пласт Б5) тэтэрской свиты, вскрытые бурением на территории Северо-Даниловского месторождения в Иркутской области. Месторождение относится к Непско-Ботуобинской нефтегазоносной области Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции. Отложения пласта Б5 входят в состав подсолевого венд-нижнекембрийского карбонатного комплекса и являются одним из основных нефтегазопроисходящих объектов территории.

В литологическом отношении пласт Б5 усть-кутского горизонта представлен доломитами строматолитовыми (столбчатых и пластовых форм) в подошве и доломитами органогенными различной структуры в основной части. Породы имеют преимущественно серый цвет, массивные, слоистые, иногда микрокристаллические, в них присутствуют прослои глинистых доломитов и доломит-ангидритовых разностей.

Минералогический состав пород представлен преимущественно доломитом, кальцитом, ангидритом, галитом, кварцем, полевыми шпатами, в редких случаях присутствуют пирит и слюды.

Породы пласта Б5 были подвержены влиянию вторичных процессов, которые сыграли значимую роль в формировании фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) коллектора. Основой исследования вторичных преобразований послужили данные минералогических исследований ядра и петрографического анализа шлифов, по которым была выделена морфология и размеры вторичных образований, их локализация и закономерности распределения в разрезе, а также влияние на пустотно-поровое пространство. Главными процессами, оказавшими влияние на развитие ФЕС в породах пласта Б5 стали сульфатизация, засоление и выщелачивание.

*Сульфатизация* (ангидритизация) проявляется в метасоматическом замещении пород ангидритом. Процесс сульфатизации носит неравномерный характер и более выражен в верхней части разреза. В кровле пласта встречаются интервалы с содержанием ангидрита более 15%. Ангидрит в доломитах образует линзы, гнезда или небольшие редкие прослои (рис. 1). В целом ангидритовые прослои единичны и маломощны (0,13-0,7 м). В разрезе некоторых рассмотренных скважин отмечаются большие интервалы (около 5 м) равномерного распределения сульфатизации слабой интенсивности, они характеризуются редкими рассеянными единичными кристаллами ангидрита размером до 10 мм, либо мелкими округлыми включениями в порах и трещинах.



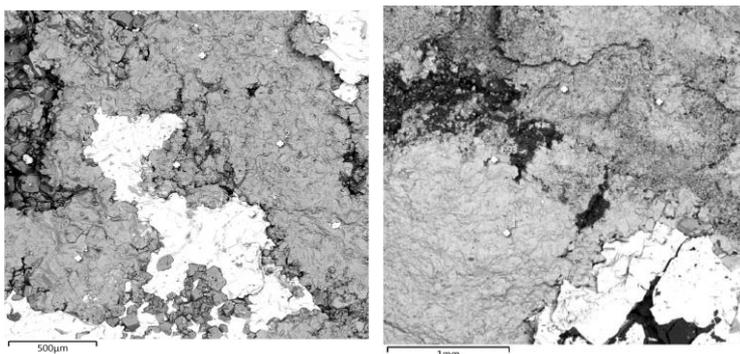
**Рис. 1** Гнезда ангидрита в доломите. Шлиф, увеличение 25х, с анализатором

Образование сульфатов негативно отражается на показателях ФЕС, в результате петрографического анализа шлифов установлено, что шестоватые кристаллы ангидрита усложняют структуру первичного порового пространства, прорастая в карбонатной матрице породы и запечатывая поры.

Полученные данные по распределению ангидрита в породах в совокупности могут указывать на протекание сульфатизации в инфильтрационную стадию развития бассейна породообразования [5].

*Засолонение* отмечается преимущественно в органогенных доломитах, подверженных сильному выщелачиванию. В верхней половине пласта засолонение наиболее равномерное, степень интенсивности средняя (содержание галита составляет 5-15%, иногда выше 20%). В подошве отмечаются лишь единичные интервалы селективного распределения соли.

Соль представлена в виде отдельных кристаллов, неправильных зерен, а иногда в виде крупных неправильных прозрачных скрытокристаллических включений, заполняющих трещины и пустоты, что плохо отражается на фильтрационно-емкостных свойствах.



**Рис. 2** Галит «пластично» заполняющий пространство между кристаллами доломита. Снимок РЭМ, увеличение 55х.

*Выщелачивание* – процесс, который проявляется формированием в породах вторичной пустотности – кавернности [5]. Выщелачивание интенсивно развито по всему разрезу в виде пор растворения, мелких (до 0,5х0,3 см) и средних каверн, редко полостей (рис. 3). Каверны имеют ксеноморфные очертания, растворение затрагивает и сами кристаллы, оставляя в них небольшие лунки (рис. 4), объем каверн преобладает над поровым объемом. Закономерно прослеживается принадлежность зон выщелачивания к породам структуры байндстоун (по Данхему), представленным преимущественно среднезернистыми органогенными доломитами.



**Рис. 3** Кавернозные участки в керне

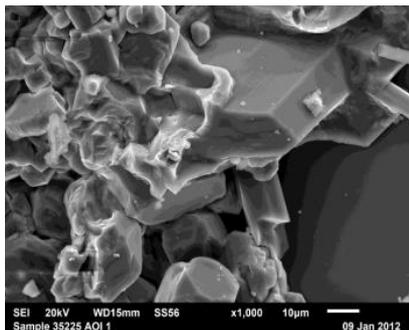


Рис. 4 Кристаллы, подвергшиеся растворению. Снимок РЭМ, увеличение 1000х.

Выщелачивание и растворение играют основную роль в формировании вторичного пустотного пространства и увеличении коллекторских свойств пород [1]. Каверны часто заполнены вторичным доломитом, галитом или битуминозным веществом.

В результате были сделаны следующие выводы:

- пласт Б5 представлен водорослевыми и строматолитовыми доломитами;
- ангидритизация развита относительно слабо;
- выщелачивание и засоление закономерно связаны и распространены практически по всему разрезу.

#### Литература

1. Воробьев В.С., Иванюк В.В., Вилесов А.П. Прогноз перспективных зон развития коллекторов в осинском горизонте на основе материалов сейсморазведки и реконструкции истории геологического развития // Геология нефти и газа, 2014. – № 3. – С. 32.
2. Морозов В.П. Седиментогенез и постседиментационные изменения палеозойских карбонатных отложений востока восточно-европейской платформы: Автореферат. дис. док. геол.-минер. наук. – Казань, 2009. – 281 с.

## ПОРОДЫ-КОЛЛЕКТОРЫ БАСЕЙНА МАРАКАЙБО – ВЕНЕСУЭЛА

Т.С. Кастильо

Научный руководитель профессор И.В. Гончаров

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Изучению пород-коллекторов нефти и газа и процессов движения через них жидких и газообразных флюидов придается большое значение в связи с поисками, разведкой и разработкой нефтяных и газовых месторождений.

Породы-коллекторы озера Маракайбо могут представлять собой комплекс пород: от метаморфических (у основания) до рыхлых (миоценовых). Основные коллекторы имеют эоцен-миоценовый возраст и представлены неоднородными песчаниками, образованными в процессе переработки приливами осадков дельтово-речных систем, привнесённых в озеро по распределительным каналам и сформированными в пределах надприливных баров [4]. Впоследствии эти осадки сформировали бассейн озера Маракайбо [1].

Коллекторы связаны с ловушками, которые могут относиться к структурному или стратиграфическому типам. Первые контролируются обширной группой структур, которые включают в себя обычные разломы, взбросы, складки во фронтальной зоне и сбросы, которые формируют антиклинальные складки, ориентированные с севера на юг [4, 8]. Эти структурные ловушки накапливали углеводороды, мигрировавшие из нижезалегающей нефтематеринской породы (формация Ла Луна).

Коллекторы бассейна озера Маракайбо могут быть классифицированы по трём типам, в зависимости от возраста сформировавших их пород:

А) Дозоценовые коллекторы. Представлены известняками мелового и песчаниками палеоценового периодов, распространенными в центральной и южной зонах бассейна озера Маракайбо, а также менее глубоководными и трещиноватыми известняками, распространенными в северо-восточном регионе бассейна [7]. Трещиноватые известняки, слагающие дозоценовые коллекторы, связаны с повторной активацией трансформных разломов по направлению с севера на юг, обычных разломов с северо-запада на юго-восток, а также разломов со смещением по падению, связанных с поднятием Кордильера-де-Мерида [2].

Б) Эоценовые коллекторы. Располагаются в центре и на северо-востоке бассейна озера Маракайбо и являются более продуктивными. Они представлены песчаниками дельтово-речного происхождения, которые образовали структурные ловушки, связанные с антиклиналями и разломами северо-северо-восточного направления, такими как разломы Икотае и Пуэбло-Вьехо [4]. Формация Мисоа, к которой приурочены эоценовые коллекторы, была сформирована в пределах широкой дельты на северо-востоке бассейна. В ее составе в соответствии снизу-вверх выделены два нефтепромысловых объекта: пески «С» и пески «В», основным продуктивным объектом являются последние [9]. Пески «В» делятся на девять более мелких интервалов (от В-1 до В-9). Они отражают фациальные переходы от дельтовой обстановки с исключительно континентальным режимом седиментации (от В-6 до В-9) до прибрежной (от В-1 до В-5) с осадками, в которых соотношение песков приближается к 90%, а в их

гранулометрическом спектре преобладают частицы, размером больше среднего, чем в породах нижезалегающих интервалов [6].

В) Миоценовые коллекторы. Это вторые по продуктивности коллекторы бассейна озера Маракайбо. Они располагаются на северо-восточном берегу современного озера, неподалеку от разлома Бурро-Негро [2]. Породы, формирующие эти коллекторы, являются аллювиальными континентальными и имеют дельтово-речное происхождение. Как и в предыдущем случае, они приурочены к антиклиналям, сформированным в раннем миоцене, и к аллювиальным отложениям, образованным после эоценового несогласия. Этот тип коллекторов не содержит нефти в некоторых областях бассейна озера Маракайбо, на западной окраине и в некоторых зонах, близких к разлому Бурро-Негро. В этих случаях углеводороды свободно мигрируют на поверхность [3].

#### Литература

1. Ambrose W.A., Ferrer E.R., Dutton S.P., Wang F.P., Padron A., Carrasquel W., Yeh J.S., Tyler N. Production optimization of tide-dominated deltaic reservoirs of the lower Misoa Formation (Lower Eocene), LL-652 Area, Lagunillas field, Lake Maracaibo, Venezuela. – University of Texas at Austin, Bureau of Economic Geology, Austin Report of Investigations, 1995. – Vol. 226. – 46 p.
2. Escalona A., Mann P. Paleogene Depocenter along the Northeast Margin of the Maracaibo Basin: Structure along an Exhumed, Eocene Age Lateral Ramp Fault in the Maracaibo Basin, Western Venezuela. – Adapted from «extended abstract» for presentation at the A.A.P.G Annual Meeting, Salt Lake City, Utah, 2003. – 7 p.
3. Harding T.P., Tuminas A.C. Structural interpretation of hydrocarbon traps sealed by basement normal faults at stable flank offoredeep basins and at rift basins. – A.A.P.G Bull., 1989. – Vol. 73. – 812–840.
4. González de Juana C., Iturralde J. M., Picard X. Geología de Venezuela y de sus Cuencas Petrolíferas. Tomo II. – Editorial Foninves, Caracas, Venezuela, 1980.–1031 p.
5. Castillo M., Mann P. Cretaceous to Holocene structural stratigraphic development in south Lake Maracaibo, Venezuela, inferred from well and threedimensional seismic data. – A.A.P.G. Bull., 2006. – Vol. 90. – 529–565.
6. Urbina E.R. Determinación de registros pseudo sísmicos a partir de registros resistividad en los Campos Barúa, Motatán y Tomoporo. – Trabajo especial de grado. Universidad Central de Venezuela, 2001. – 153 p.
7. Ghosh S., Odreman O. Estudio sedimentológico-paleoambiental del Terciario en la zona del valle de San Javier. – Caracas, Estado Merida. Bol. SVG., 1989. – Vol. 31. – 36–46.
8. Escalona A., Mann P. Tectonic controls of the right-lateral Burro Negro tear fault on Paleogene structure and stratigraphy, northeastern Maracaibo Basin. – A.A.P.G Bull., 2006. – Vol. 90. – 479–504.

## ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА БАСЕЙНА МАРАКАЙБО – ВЕНЕСУЭЛА

Т.С. Кастильо

Научный руководитель профессор И.В. Гончаров

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В бассейне Маракайбо по особенностям литологического состава и происхождению выделяют 12 формаций: Рио-Негро, Лисуре, Марака, Ла Луна, Мито-Хуан, Гуасаре, Мисоа, Паухи, Ла Роса, Лагунильяс, Ла Пуерта и Эль Милагро. В разрезе они залегают в последовательности, проиллюстрированной на рисунке.

Формация Рио-Негро образовалась в барремское время преимущественно при переносе терригенного материала речными водами, путём заполнения впадин Мачикес, Урибантеи Баркисимето на западе Венесуэлы. Её отличает литологическая характеристика пород, которая, как наблюдается во впадине Мачикес, заключается в наличии глинистых песчаников и глин, конгломератов и малых толщ аргиллита и аргиллита светлых цветов [1].

Формация Лисуре сформирована в среднем альбе, относится к новому периоду осадконакопления во впадине Мачикес. Литологически она характеризуется присутствием глауконитовых песчаников, пластовых песчаников, включениями глауконитовых песчаных и ракушечных известняков, а также некоторых сланцев [2].

Формация Марака – поздний альб – представлена биокластическими известняками (толщиной 14 м), содержащими окаменелости. Формация приурочена к платформе озера Маракайбо и Кордильера-де-Мерида, формировалась в относительно постоянных условиях седиментации.

На контакте между формацией Марака и вышезалегающей формацией Ла Луна происходит резкое изменение условий [3]. Контакт представляет собой контрастные литологические изменения: известняки с раковинами формации Марака, образованные в неритовой прибрежной обстановке, сменяются чёрными плотными известняками с остатками аммонитов и чёрными морскими сланцами, образованными в бескислородной среде, свойственной формации Ла Луна. Это свидетельствует об углублении морей в связи с соответствующими событиями того времени на базе трансгрессии в средне-поздне меловое время [4, 5].

Формация Ла Луна представляет собой наиболее характерную литолого-стратиграфическую единицу мелового периода на западе Венесуэлы, которая преимущественно состоит из пластовых плотных известняков и битуминозных известняков тёмно-серого до чёрного цвета, участками содержащих прослойки чёрных известковистых глин. Одним из главных свойств этой единицы являются эллипсоидные и дисковидные конкреции чёрных твёрдых известняков [1]. Формация Ла Луна формировалась в морской среде в бескислородных условиях. Затруднённый водообмен способствовал сохранению органического вещества и формированию пирита в диагенезе. Благодаря высокому содержанию органического вещества и её высокой степени сохранности, формация Ла Луна является основной материнской породой для углеводородов бассейна озера Маракайбо [6].

Формация Мито-Хуан образована серыми, зеленовато-серыми и чёрными глинами, в некоторых местах песчаными; процентное содержание сапропеля и песка повышается по направлению к кровле формации, где порой

## СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

образуются тонкие прослои известняков и песчаников. В разрезе, наряду с породами мелководно-морского происхождения, присутствуют соляные породы. Формация Мито-Хуан в рамках нефтяной системы выполняет функцию покрывки для нефтематеринских пород формации Ла Луна, предотвращая миграцию нефти в вышележащие горизонты неогенового возраста [7].

Формация Гуасаре характеризуется согласным залеганием с формацией Мито-Хуан и состоит из пластов биокластического известняка, переслаивающегося с песчаниками и карбонатными глауконитовыми сланцами [7].

Формация Мисоа также характеризуется несогласным залеганием с формацией Гуасаре. Её основными литологическими характеристиками являются присутствие мощных пластов кварцитовидного песчаника, переслаивающегося с пластами карбонатных сланцев. В рамках нефтяной системы бассейна озера Маракайбо эта единица представляет собой одну из важнейших пород-коллекторов [8].

Формация Паухи представлена мощной серией серых сланцев, содержащих железистые конкреции с пиритовым или карбонатным ядром [9].

Формация Ла Роса залегает с резким угловым несогласием на формации Мисоа. Формация представлена глинистыми сланцами зеленого цвета, содержащими в незначительном количестве окаменелости, с подчиненными пластами песчаников, и переслаиванием песчаников и сланцев [3].

Формация Лагунильяс представлена пачками песчаников и известковых сланцев, свойственных для регрессивных фаций и дельтово-речных обстановок. Эта единица распространена в недрах озера Маракайбо и местами к востоку от озера выходит на поверхность [6].

Формация Ла Пуерта состоит из переслаивания глин, составляющих порядка 65% формации, и песчаников с малым содержанием угля и конгломератов [5].

Формация Эль Милагро состоит из светлых песков с различными гранулометрическими показателями, а также слюдистого сапропеля светло-серого цвета, которые чередуются с песчаными пластами. Эти уровни покрывают латеритовые горизонты с включениями железа, которые были обозначены как реликтовые почвы [7].

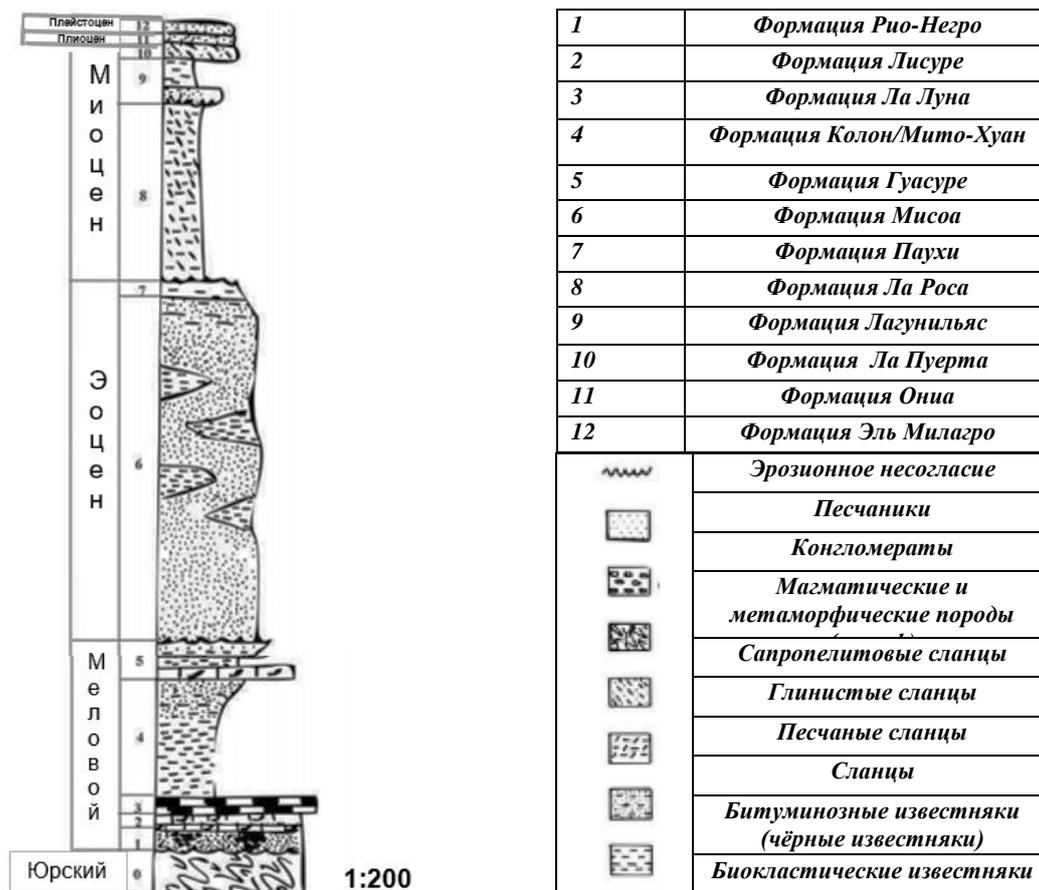


Рис. 1 Стратиграфическая колонка юго-восточной области Сеута, бассейна Маракайбо – Венесуэла

### Литература

- Hedberg H.D., Sass L.C. Sinopsis de las formaciones geológicas de la parte occidental de la cuenca de Maracaibo, Venezuela. // Bol. Geol. y Min. – Caracas, 1937. – Vol. 1. – 77 – 120.
- Rod E., Maync W. Revisión of Lower Cretaceous Stratigraphy of Venezuela. – A.A.P.G, 1954. – V. 38. – 193–283.
- Yoris F. Análisis de secuencias clásticas por métodos petrográficos. – UCV. Tesis Doctoral, 1992. – P. 1045.

4. León H. Intervalos productores del Cretácico, Campo Urdaneta Este, Lago de Maracaibo // Jornadas Venezolanas de Geología, Mineralogía y Petrología, 1975. – 31 p.
5. Bartok P., Reijers T.J.A., Juhasz I. Lower Cretaceous Cogollo Group, Maracaibo basin, Venezuela, Sedimentology, Diagenesis and Petrophysics. – A.A.P.G., 1981. – V. 65. – P. 1110–1134.
6. González de Juana C., Iturralde J. M., Picard X. Geología de Venezuela y de sus Cuencas Petrolíferas. Tomo II. Editorial Foninves, Caracas, Venezuela, 1980. – 1031 p.
7. Zapata I. Interpretación sísmica estructural 3D y uso de atributos sísmicos en el cretácico. bloques IX y XIV del Lago de Maracaibo. // Tesis Especial de Grado, 2001. – P. 128.
8. Garner A.H. Suggested nomenclature and correlation on the geological formations in Venezuela. – American Institute Min. and Met. Eng. Trans. Petrol. Develop. and Techn., 1926. – P. 677–684.
9. Guedez V. Revisión geológica y evaluación exploratoria del sector de Monay Carora. // VI Congreso Geológico Venezolano., 1985. – Vol. 5. – P. 3103 – 3127.

## ТЕКСТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ АЧИМОВСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ УРЕНГОЙСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

С.Г. Кашников, Т.Ю. Чуркин

Научный руководитель профессор В.П. Алексеев  
Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

Ачимовская толща залегает в основании неокомских отложений непосредственно на баженовской свите. Породы ачимовского комплекса являются объектом пристального изучения на протяжении многих лет. С конца прошлого века за основу взята клиноформная модель строения неокомских отложений [3]. Образование ачимовской толщи большинство исследователей связывает с теорией о глубоководном турбидитном происхождении [1, 6]. В настоящее время существуют сомнения на счёт данной концепции. Нет четкого понимания об образовании отложений и нет единой модели генезиса. В данной работе по фотоматериалу проведен анализ текстур некоторых образцов ачимовской толщи и рассмотрены предположительные условия осадконакопления. Образцы представлены в таблице.

Рассмотрев текстурные особенности изученных образцов кернового материала (табл.), можно предположить, что отложения, представленные в данных породах, образовывались в динамичных условиях. Наблюдаемые признаки указывают на то, что осадочный материал отлагался в присутствии морских волнений, которые не могут иметь проявление в глубоководных условиях.

Классические турбидитные осадки Боума образуются на достаточно большой глубине. Такие отложения формируются низкоплотными песчаными турбидитовыми течениями в междусловых частях подводного склона и его подножия или внутри подводных русел на заключительной стадии их заполнения [4]. Также для данных осадков характерна градационная слоистость, ритмичное чередование снизу-вверх прослоев песков, алевритов и илов, отсутствие икнофоссилий.

В образцах, представленных в таблице, наблюдается переслаивание осадочного материала, часто ритмичное. Также присутствуют икножилы, следы штормовой деятельности – темпеститы. Из этого следует предположение – рассмотренные породы не соответствуют модели образования классических турбидитов Боума. Однако само понятие турбидит (лат. turbidus – мутный, взбаламученный) не выходит за рамки рассмотренных текстур, в которых присутствуют признаки взмученности, также наблюдаются следы нагрузки.

Схожие текстуры фигурируют в исследованиях Ясо Н. Ваас, Рафаэль Маниса и др. [7]. В данной работе рассматриваются лабораторные исследования, где экспериментальным путем моделируются потоки, образующие отложения, отличающиеся от стандартных турбидитов. Результат эксперимента показан на рисунке. Для образования полученных текстур были определены 3 условия:

- наличие мягкого ила;
- сопротивление подстилающего слоя ниже напряжения эрозии потока;
- высокая плотность потока.

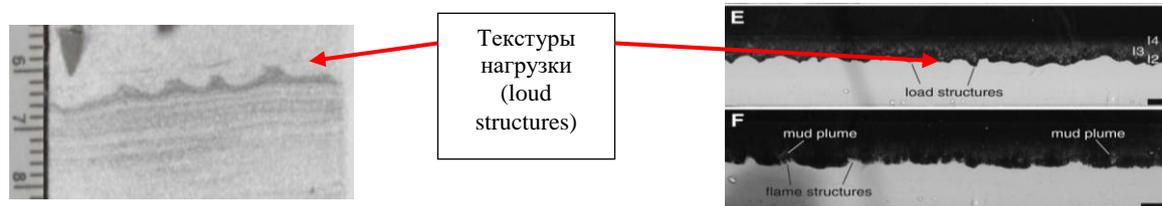


Рис. 1 Сравнение текстур в нашем образце с текстурой, образованной экспериментальным потоком

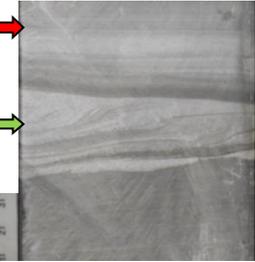
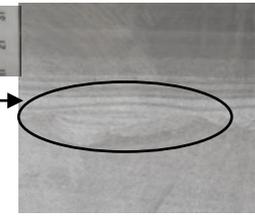
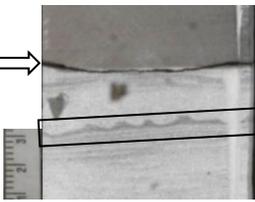
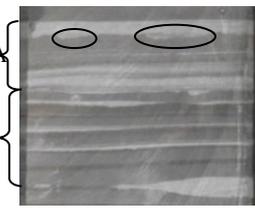
Из рисунка видно, что текстуры достаточно похожи. Таким образом, мы можем предполагать, что образование ачимовских отложений, возможно, не связано с генетической моделью классических турбидитов. Вполне вероятно, что осаждение материала могло происходить в несколько другой обстановке. Может быть, генезис отложений связан с моделью формирования, указанной в статье В.А. Конторовича и В.В. Лапковских [5]. Такая модель объясняет наличие ритмитов, т.к. были достаточно подвижные условия, а также наличие икнофоссилий, в связи с небольшой глубиной бассейна. Не исключено, что генезис связан с идеей, выдвинутой в работе В.А. Волкова [2], где говорится о штормовой деятельности, что как раз может объяснить наличие темпеститов. Таким образом, мы акцентируем внимание на том, что еще многие особенности условий образования ачимовской толщи не известны нам. Иначе как прокомментировать наличие несостыковок в различных гипотезах о генезисе? Следовательно, для того,

**СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И  
РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ**

чтобы точно определить каким же образом образовались ачимовские отложения, нужно проводить более масштабные и глубокие комплексные исследования.

*Таблица*

*Образцы и их краткий анализ*

№	Образец	Глубина, м	Краткое описание	Предположительные условия накопления
1		3614	Переслаивание мелкозернистого и крупнозернистого алевролитов. Текстура слоистая. Внизу слоистость мелкозернистого алевролита горизонтальная. Далее наблюдается перерыв (указан зелёной стрелкой). Выше следует светло-серый крупнозернистый алевролит с прослоями темно-серого мелкозернистого алевролита. Слоистость меняется от пологой линзовидно-волнистой до четкой косоволнистой. Далее – снова перерыв, четкая линия размыва (указана красной стрелкой). Затем выше – крупнозернистый алевролит светло-серого цвета с прослоями мелкозернистого алевролита. Слоистость пологоволнистая.	Фация алеврито-песчаных осадков дальней зоны подвижного мелководья.
2		3610	Внизу крупнозернистый массивный алевролит, вверху мелкозернистый алевролит с пологоволнистой слоистостью. В центральной части наблюдается четкий переход от первого ко второму (показан стрелкой). В зоне перехода виден темпестит (выделен овалом).	Фация дальнего мелководья. Наличие темпестита говорит о наложении следов штормовой деятельности
3		3602	В образце наблюдается резкий контакт (указан белой стрелкой) светло-серого мелкозернистого песчаника снизу с темно-серым однородным мелкозернистым алевролитом сверху. В песчанике расположены слои темно-серого алевролита, слоистость их пологоволнистая. Выше слоев располагается знак нагрузки (выделен прямоугольником).	Фация песчано-алевролитовых осадков подвижного мелководья
№	Образец	Глубина, м	Краткое описание	Предположительные условия накопления
4		3588	В образце наблюдается ритмичное переслаивание темно-серого мелкозернистого алевролита и светло-серого крупнозернистого алевролита. По содержанию светлого и темного алевролита, образец можно поделить на 2 интервала. В интервале «А», темно-серый алевролит преобладает над светло-серым, слоистость слоев пологоволнистая. В интервале «В», преобладает светлый алевролит. Слоистость слоев пологоволнистая. Видны ихнофоссилии (выделены овалами).	Фация песчано-алевролитовых осадков подвижного мелководья

**Литература**

1. Бородкин В.Н., Курчиков А.Р., Мельников А.В., Храмова А.В. Модель формирования и текстурные особенности пород ачимовского комплекса севера Западной Сибири // Учебное издание. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2011. – 84 с.
2. Волков В.А. К вопросу о механизме образования неокомских клиноформ Западной Сибири // Вестник недропользователя Ханты-Мансийского автономного округа-Югры, 2013. – №26. – С. 15–21.
3. Деев Е.В., Зольников И.Д., Староверов В.Н. Отражение быстрых геологических процессов в отложениях и текстурах (на примере разновозрастных комплексов Северной Евразии) // Литосфера, 2012. – № 6. – С. 14–35.
4. Зверев К.В., Казаненков В.А. Седиментогенез отложений ачимовской толщи Северного Приобья // Геология и геофизика, 2001. – Т. 42. – №4. – С. 617–630.
5. Конторович В.А., Лапковских В.В. Модель формирования неокомского клиноформного комплекса Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции с учетом изостазии // Геология нефти и газа, 2014. – №1. – С. 65 – 72.

6. Нежданов А.А. Геология и нефтегазоносность ачимовской толщи Западной Сибири. – М.: Академия геологических наук, 2000. – 247 с.
7. Jaco H. Baas, Rafael Manica, Eduardo Puhl, Iris Verhagen, Ana Luiza de O. Borges. Processes and products of turbidity currents entering soft muddy substrates // *Geology*, 2014. – 42 (5). – P. 371–374.

## ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НАДУГОЛЬНОЙ ПАЧКИ КРАПИВИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ СКВАЖИНЫ №235)

А.И. Клейн

Научный руководитель доцент Н.М. Недоливко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Рассматривались условия формирования пород надугольной пачки, вскрытой на Крапивинском месторождении скважиной 235.

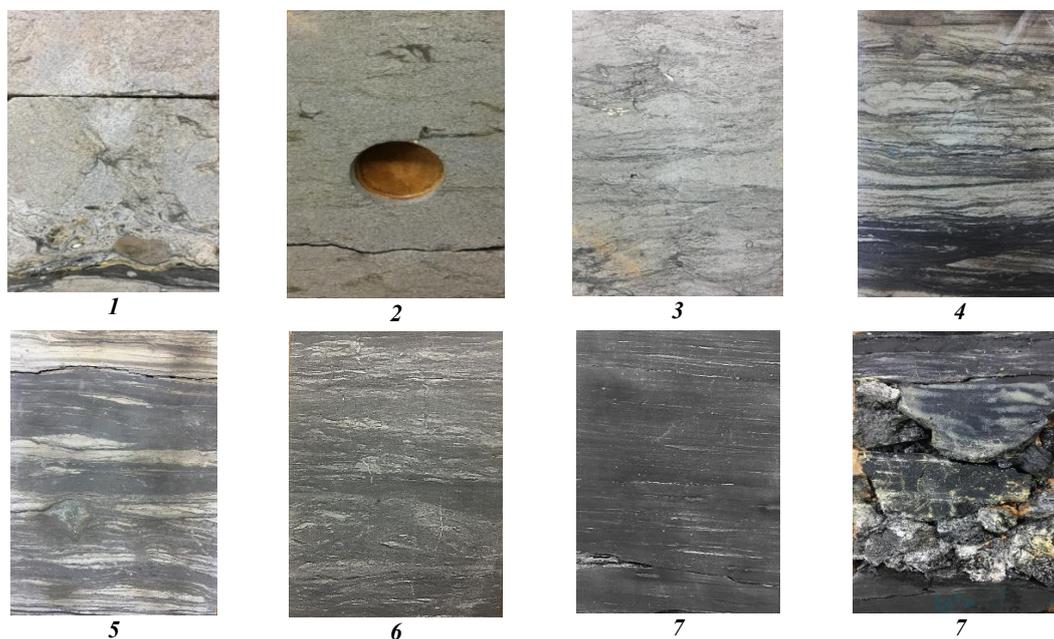
Цель исследований – литолого-фациальный анализ отложений надугольной пачки.

В задачи исследования входило: макроскопическое описание керна и установление последовательности осадконакопления по литологическим особенностям и характеру переслаивания пород в разрезе, выделение генетических признаков, установление фациальной принадлежности отложений. При описании керна и определении генезиса пород руководствовались методическими указаниями [2] и общетеоретическими представлениями [1, 3] о формировании горизонта Ю<sub>1</sub>.

Актуальность исследования заключается в сложном строении продуктивного разреза, его литологической неоднородности и фациальной изменчивости отложений.

Полученная информация может быть в дальнейшем использована для изучения месторождений, сходных по строению с Крапивинским.

Административно Крапивинское месторождение расположено в Каргасокском районе Томской области и небольшая часть его входит в состав Омской области. В тектоническом плане месторождение приурочено к одноименному локальному поднятию на юго-западе Моисеевского куполовидного поднятия, осложняющего южную часть Каймысовского свода. Согласно нефтегазогеологическому районированию месторождение расположено на юго-востоке Каймысовского нефтегазоносного района Каймысовской нефтегазоносной области Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.



**Рис. 1** Текстурно-структурные особенности пород надугольной толщи в скважине 235 Крапивинского месторождения: 1-7 – номер выделенной фации

Продуктивный горизонт Ю<sub>1</sub> выделен в составе верхневасюганской подсвиты (J<sub>3</sub>ovs<sub>2</sub>), подстилается морскими мелководно-морскими алевритоглинистыми породами нижневасюганской подсвиты, перекрывается морскими осадками георгиевской (J<sub>3</sub>km) и баженовской (J<sub>3</sub>bt) свит. Разрез представлен переслаиванием терригенных пород – песчаников, алевролитов, аргиллитов с подчиненными прослоями угля. Глинисто-углистые и углистые пропластки горизонт разделен (снизу вверх по разрезу) на три пачки: подугольную (в составе которой выделен пласт Ю<sub>1</sub><sup>3</sup>) – регрессивную прибрежно-морскую преимущественно песчаную; межугольную – континентальную преимущественно глинистую и надугольную (включающую пласт Ю<sub>1</sub><sup>2</sup>) – трансгрессивную прибрежно-морскую.

Скважина 135 пробурена в северо-западной части месторождения. Надугольная пачка в разрезе скважины 235

## СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

несогласно залегает на угольном пласте  $У_1^1$ , венчающем отложения междугольной пачки, и так же несогласно с размывом перекрывается барабинской пачкой георгиевской свиты. По литологическим особенностям и генетическим признакам пород, слагающих разрез скважины 235, выделены фации: 1 – песчаников интракластовых гребневых частей вдольбереговых прибрежных баров, 2 – песчаников мелко-среднезернистых центральных частей вдольбереговых прибрежных баров; 3 – песчаников мелкозернистых склоновых частей вдольбереговых прибрежных баров, 4 – алевритов подножий вдольбереговых прибрежных баров, 5 – алевритов и глинистых пород периферических частей лагун, 6 – алевритоглинистых пород центральных частей лагун, 7 – углито-глинистых и углистых пород маршевых болот (рис. 1).

1. *Песчаники интракластовые гребневых частей вдольбереговых прибрежных баров* содержат разноразмерные (от 0,5 до 1,5 мм) неокатанные обломки голубовато-серых однородных карбонатизированных песчаников. В породах отмечаются многочисленные следы жизнедеятельности донных животных типа *Scolithos*. Граница с подстилающими (песчаники центральных частей баров) и перекрывающими (барабинская пачка) отложениями неровная эрозионная.

2. *Песчаники мелко-среднезернистые центральных частей вдольбереговых прибрежных баров* светло-серые, голубовато-серые, неравномерно карбонатизированные, с прерывистой редкой волнистой слоистостью за счет намывов глинистого материала, со следами жизнедеятельности типа *Scolithos*.

3. *Песчаники мелкозернистые склоновых частей вдольбереговых прибрежных баров* светло-серые, неравномерно слоистые за счет намывов алевритоглинистого материала, с прерывистой, реже сплошной волнистой слоистостью, нарушенной следами жизнедеятельности донных животных типа *Scolithos* и *Chondrites*, с остатками мелких трубчатых и створчатых раковин, сложенных кальцитом. Нижняя и верхняя границы постепенные.

4. *Алевриты подножий вдольбереговых прибрежных баров*, светло-серые, тонкослоистые с прерывистой и сплошной волнисто-линзовидной слоистостью за счет послонной обогащения и тонких прослоев глинистого темно-серого материала, с многочисленными и разнообразными следами жизнедеятельности мелководно-морских организмов типа *Scolithos*, *Chondrites*, *Microcraterium*, *Teichichnus*, заполненными алевритовым и глинистым материалом, с текстурами оползания и затекания.

5. *Алевриты и глинистые породы периферических частей забаровых лагун* преслаиваются с образованием волнистой и волнисто-линзовидной слоистости. Породы биотурбированы, содержат ихнофоссилии типа *Chondrites*.

6. *Алевритоглинистые породы центральных частей забаровых лагун* представляют породы смешанного состава, в которых алевритовый светло-серый и глинистый серый до темно-серого материал находятся в примерно равных соотношениях и закономерно, часто без видимых переходов сменяют друг друга, переслаиваясь с образованием прерывистой волнисто-линзовидной и линзовидной слоистости, нарушенной взмучиванием и биотурбацией типа *Chondrites*. Присутствуют конкреции пирита (16 x 19 мм). Контакт с ниже- и вышележащими отложениями постепенный.

7. *Углито-глинистые и углистые породы маршевых болот*. Распространены в средней части разреза. Глинистые породы отличаются темно-серой почти черной окраской за счет обилия тонкораспыленного углефицированного растительного детрита, тонкогоризонтально- и волнистослоистые, содержат вкрапления (размером до 1 мм) и конкреции пирита (2 x 10 мм) и прослойки угля, вверх по разрезу постепенно переходят в углистые породы, однородные и тонкослоистые, блестящие и матовые. Контакт с нижележащим слоем постепенный, с вышележащим – резкий эрозионный.

Перекрывающая пласт  $Ю_1^2$  барабинская пачка георгиевской свиты, представлена глауконит, фосфат, кальцит, пирит содержащими смешанного песчано-глинисто-алевроитового состава породами, в которых песчаный, алевритовый и глинистый материал сочетаются в разных соотношениях, и снизу вверх количество песчаного и алевритового материала сокращается, а глинистого увеличивается. Текстура пород беспорядочная, с элементами размытой и взмученной волнистой слоистости, участками деформативно-биотурбационная. Породы содержат обломки и створки раковин пелеципод, встречаются их внутренние слепки из глинисто-фосфатного вещества. Отмечаются прожилки кальцита диагенетического характера.

Глинистые породы георгиевской свиты темно серые, черные, тонкослоистые и однородные, с редкими рострами белемнитов, участками пиритизированные,

В строении надугольной пачки, вскрытой скважиной 235 на Крапивинском месторождении по литологическим условиям и фациальной изменчивости выделено два трансгрессивно-регрессивных цикла осадконакопления. Нижний цикл начинается песчаниками, генетически связанными с центральными частями вдольбереговых баров, с течением времени замещающихся отложениями забаровых лагун и маршевых болот. Верхний – представлен песчаными породами, сформированными в различных частях баров, в том числе в их гребневых частях (на заключительном этапе).

Барабинская пачка знаменует новый трансгрессивный цикл, с усилением трансгрессии связано формирование глинистых пород георгиевской свиты и перекрывающих их аргиллитов баженовской свиты.

Таким образом, установлена последовательная смена литологических разностей пород в разрезе надугольной пачки и закономерности их фациальной изменчивости. Выяснено, что осадконакопление осуществлялось в прибрежно-морских условиях на фоне усиления трансгрессии.

### Литература

1. Кравченко Г.Г. Модель формирования продуктивных пластов горизонта  $Ю_1$  Крапивинского месторождения нефти (юго-восток Западной Сибири): Автореферат. Дис. Канд. Геол.-минер. Наук. – Томск, 2002 г. – 19 с.
2. Недоливко Н.М. Исследование керн нефтегазовых скважин: Практикум для выполнения учебно-научных работ. – Томск: Изд. ТГУ, 2008. – 155 с.
3. Shaminova M, Rychkova I, Sterzhanova U. Paleogeographic and litho-facies formation conditions of MidUpper Jurassic sediments in S-E Western Siberia (Tomsk Oblast) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. — 2016. — Vol. 43: Problems of Geology and Subsurface Development. — [012001, 5 p.]. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/43/1/012001>

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ПРОГНОЗ ТИПА КАРБОНАТНОГО ТРЕЩИНОВАТОГО КОЛЛЕКТОРА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОМЫСЛОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН**

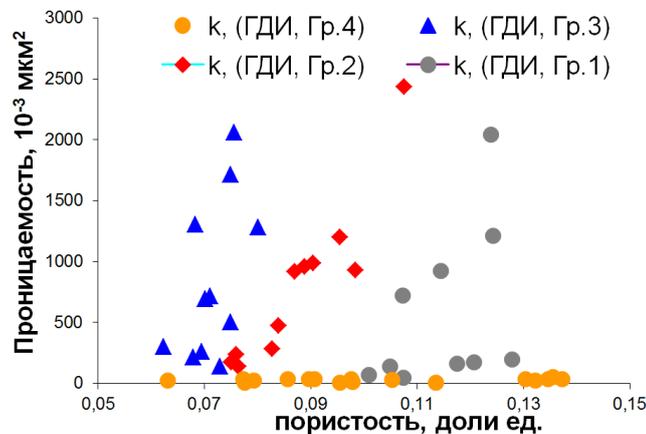
**А.А. Колеватов**

Научный руководитель С.Г. Вольпин

*Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук, г. Москва, Россия*

Основная особенность карбонатных трещиноватых нефтенасыщенных коллекторов – их значительная неоднородность по латерали, связанная с проницаемостью не только объема пор, но и трещин от микро до макроуровня. Латеральная неоднородность связана с разной степенью метаморфизованности таких коллекторов – доломитизация отдельных областей, приводящая к растрескиванию и замещению поровой проницаемостью трещин. Кроме классификации карбонатных трещиноватых нефтенасыщенных коллекторов преимущественно описательного плана (Дж. Лусиа, В.Викторин и др.), предпринимались попытки эмпирической и аналитической классификации карбонатных трещиноватых коллекторов [2] с целью выявления закономерностей, которые могут быть использованы для однозначной идентификации типа коллектора и прогноза его фильтрационно-емкостных свойств на ранней стадии исследований.

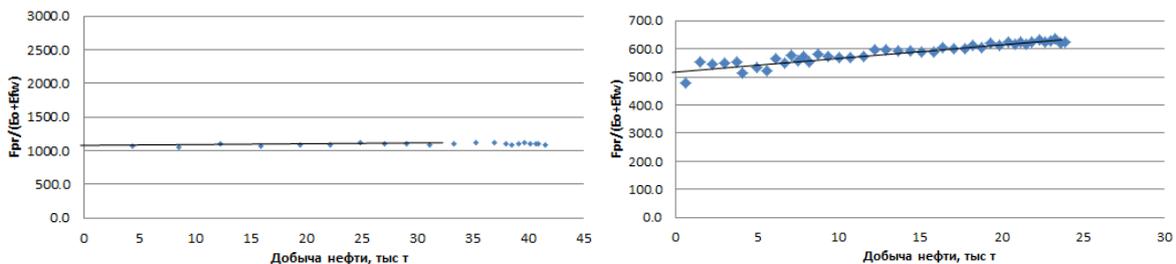
**Данные, методы и результаты.** Полученные ранее результаты [2] позволяют условно разделить карбонатные трещиноватые коллекторы на 4 основных группы (рис. 1), имеющих значительные отличия согласно результатов комплексных ГИС продуктивных интервалов, вскрытых скважинами при бурении.



**Рис. 1** Зависимости пористости от проницаемости для карбонатных трещиноватых нефтенасыщенных коллекторов

Предлагаемая классификация преимущественно основывалась на результатах специальных методов (акустический каротаж Лэмба-Стоунли), чувствительных к структуре пустотного пространства. Выявленные по каротажу Лэмба-Стоунли различия в структуре пустотного пространства позволяют идентифицировать 4 типа пласта-коллектора [2], но не дают дополнительных признаков, позволяющих произвести литологическое разделение с выделением преобладающего состава (кальцит, либо доломит).

Последующие исследования [1] аналогичных нефтенасыщенных коллекторов позднего девона других месторождений выявили особенности, позволяющие идентифицировать преимущественный состав пласта-коллектора с подтверждением по данным комплексных ГИС скважин. Анализ режима дренирования пласта в районе скважин показал, что при дренировании сообщающегося порового объема в одном случае происходит частичное вытеснение нефти из пласта (рис. 2, б), а в другом пласт работает на режиме истощения (рис. 2, а).



**Рис. 2** Диагностические графики режима дренирования пласта в районе скважин №XX9 (а, слева, режим истощения) и №XX6 (б, справа, частичное вытеснение)

Перечисленные выше особенности нашли отражение при анализе каротажных диаграмм (рис. 3). Так, для скв. №XX9 идентифицирован преимущественно доломитизированный трещинный коллектор, а для скв. №XX6 идентифицирован коллектор пористый известняк.

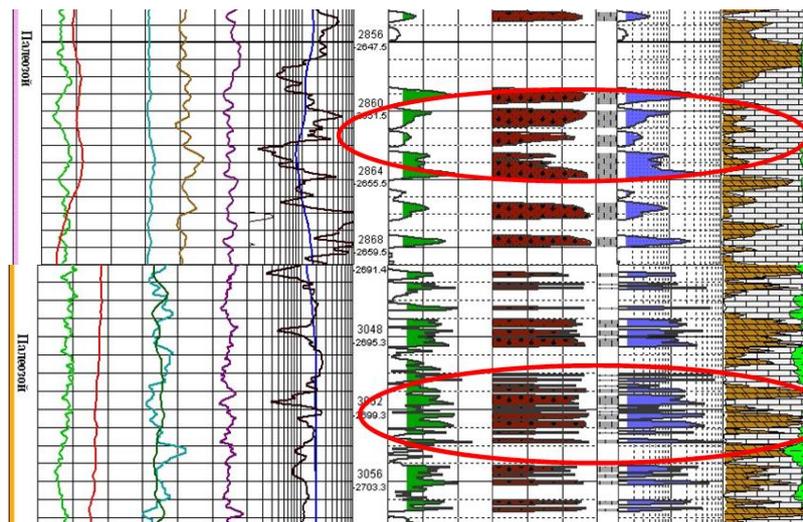


Рис. 3 Фрагменты из планшета по комплексным ГИС. Слева – скв. XX6. Преимущественно нефтенасыщенные известняки (разница пористости по АК и ННК менее 6%); справа – скв. XX9. Преимущественно нефтенасыщенные доломиты (разница пористости по АК и ННК более 6%)

Представленные материалы позволяют сделать вывод о преобладающем типе проницаемости (трещинная или поровая) в зоне дренирования конкретной скважины на основании следующих свойств:

- пористость (различия в значениях пористости коллектора более 6% для стандартного акустического и нейтрон-нейтронного каротажа, как правило, соответствует доломитизированной зоне нефтенасыщенного пласта коллектора);

- преобладающая форма кривых широкополосного акустического каротажа с регистрацией волны Лэмба-Стоунли (для доломитизированного коллектора характерно наличие «пилообразных» диаграмм каротажа) [2].

**Заключение.** Представленные в статье результаты получены благодаря комплексированию нескольких групп методов исследования (промысловые, скважинные и аналитические). Важность результатов в том, что они описывают уже не микрообласти (на уровне керна), а характеризуют отдельные области нефтенасыщенного пласта коллектора с охватом зоны в несколько сот метров в диаметре. Перечисленные в статье классификационные признаки позволяют произвести разграничение пород не только по преобладающему компоненту проницаемости, но и по литологическому составу.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 18-07-00673 А.

#### Литература

1. Колеватов А.А. Определение режима дренирования и уточнение литологии сложнопостроенного трещиноватого коллектора на основе анализа промысловых данных // Труды Всероссийской молодежной научной конференции с участием иностранных учёных «Трофимуксовские чтения – 2017» – Новосибирск, 2017.
2. Колеватов А.А. Прогнозирование проницаемости продуктивных пластов в новых скважинах на основе корреляции данных ГИС и ГДИ на примере Северо-Хоседаюского месторождения // IV Международный научный симпозиум «Теория и практика применения методов увеличения нефтеотдачи пластов» (18-19 сентября 2013, Москва): Доклады, Т. 1. – М.: ООО "Андерсен дизайн", 2013. – С. 108–112.

## ЗАВИСИМОСТЬ ФАЗОВОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ОТ ПЕТРОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРРИГЕННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

А.И. Конкин

Научный руководитель доцент А.А. Хайруллин

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия

Зависимость фазовой проницаемости от степени насыщения пласта флюидами (нефтью, газом, водой) является основной характеристикой, определяющей многофазную фильтрацию в терригенных коллекторах нефтяных месторождений Западной Сибири.

В нефтегазовой отрасли проницаемость пород по конкретному флюиду (в нашем случае – нефть и вода) может быть определена полевыми и лабораторными методами. В настоящей работе для анализа используются только данные лабораторных исследований.

Данные лабораторных исследований по определению фазовой проницаемости широко применяются для проектирования систем разработки месторождений нефти и газа, оптимизации разработки, выбора способа воздействия на пласт, гидродинамическом моделировании продуктивных пластов [2].

Из-за необходимости больших материальных и временных затрат для определения относительных фазовых проницаемостей (далее ОФП) в лаборатории, количество определений в среднем по одному месторождению крайне мало. Для небольших месторождений это, как правило единичные опыты, для крупных – первые десятки [1].

В некоторых случаях ОФП вовсе не определяются. В таком случае используются данные по соседним месторождениям, что в лучшем случае обосновывается схожестью петрофизических характеристик коллекторов – пористостью и проницаемостью, схожестью литологии и свойств флюидов.

По опыту лабораторных экспериментов по определению ОФП построены расчётные кривые по наиболее распространённым эмпирическим зависимостям фазовой проницаемости от флюидонасыщенности. Часть этих зависимостей введена в программные коды пакетов для гидродинамического моделирования многофазной фильтрации, которые используются для оптимизации разработки месторождений. Наиболее используемые зависимости: Чэнь-Чжунь Сяна [3], ван Генухтена-Мулема [6], Кори, Стоуна, Паркера, Фауста [5]. Универсальной зависимости фазовой проницаемости от флюидонасыщенности не существует, и вышеперечисленные зависимости являются обобщенной аппроксимацией результатов экспериментов по конкретным объектам и справедливы только для них [2].

В работе представлен анализ и интерпретация зависимостей фазовой проницаемости от различных петрофизических характеристик на примере нефтяных месторождений Западной Сибири.

Установление универсальной зависимости фазовой проницаемости от какого-либо параметра позволит сократить материальные и временные затраты при разработке и эксплуатации месторождения.

#### Литература

1. Базив В.Ф. Геологопромысловые основы управления отбором жидкости и режимами нефтяных залежей при их заводнении: Автореферат. Дис. ... д-ра геол.-минер. наук. – М., 2008. – 48 с.
2. Тудвачев А.В., Коносовский П.К. Анализ и прогнозирование зависимостей функций фазовой проницаемости нефтенасыщенных коллекторов на примере месторождений Сургутского и Вартовского сводов Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции // Вестник СПбГУ. – С-Пб., 2013. – Сер. 7 – Вып. 1. – С. 32–42.
3. Чарный И.А. Подземная гидрогазодинамика. – М.: Гостоптехиздат, 1963. – 397 с.
4. Amyx J.W., Bass D.M. Whiting Jr. R.L. Petroleum reservoir engineering physical properties. – New York; Toronto; London: McGraw-Hill Book Company INC, 1960. – 569 p.
5. Pruess K., Battistelli A.A. Numerical Simulator for Three-Phase Non-isothermal Flows of Multi-component Hydrocarbon Mixtures in Saturated-Unsaturated Heterogeneous Media. – Berkeley: Lawrence Berkeley National Laboratory, 2002. – 192 p.
6. Van Genuchten M.A. Closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils // Soil Sci. Soc. Am. J. – Amsterdam, 1980. – Vol. 44. – P. 892–898.

## АНАЛИЗ И ПОДБОР МЕТОДОВ ВТОРИЧНОГО ВСКРЫТИЯ ПЛАСТА ЮС<sub>2</sub> В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ

**А.В. Копылов, С.В. Репчук, К.В. Синебрюхов, А.О. Безуглов**

Научный руководитель PhD, директор ЦППНД ТПУ В.С. Рукавишников

*Национальный исследовательский томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Русскинское месторождение расположено в восточной части Сургутского нефтегазоносного района в пределах Среднеобской нефтегазоносной области Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.

С точки зрения сосредоточенности запасов на Русскинском месторождении лидирующую позицию занимает объект разработки ЮС<sub>2</sub>, так как на долю этого объекта приходится более 74% утвержденных извлекаемых запасов нефти по категории АВС<sub>1</sub> и 53,2% по категории С<sub>2</sub>. Начиная с 2009 года на Русскинском месторождении происходит интенсивное вовлечение объекта ЮС<sub>2</sub> в разработку путем строительства новых скважин с проведением в скважинах ГРП на стадии освоения [3].

Из-за интенсивного ввода скважин на объект ЮС<sub>2</sub>, имеющий колоссальные запасы углеводородного сырья, и необходимость применять метод увеличения нефтеотдачи – гидроразрыв пласта (ГРП), в связи с низкими фильтрационно-емкостными свойствами (ФЕС) пласта, на данный момент остается актуальной проблема анализа и подбора методов вторичного вскрытия пласта ЮС<sub>2</sub> в зависимости от особенности геологического строения. Ввиду аналогичного строения пласта ЮС<sub>2</sub> Русскинского месторождения и других месторождений ОАО «Сургутнефтегаз», где происходит интенсивное разбуривание объекта, масштаб проблемы значительно возрастает.

В период 2008-2010 гг. строительство новых скважин осуществлялось на участках, где пласт ЮС<sub>2</sub><sup>2</sup> является водонасыщенным, либо не является коллектором. В связи с этим гидроразрыв пласта производился на верхний нефтенасыщенный пласт ЮС<sub>2</sub><sup>1</sup>, и в анализе рассматривались именно эти скважины [2].

Пласт ЮС<sub>2</sub><sup>1</sup> представлен практически на всей площади месторождения одной залежью пластового, тектонически и литологически экранированного типа. Отличительными особенностями строения пласта являются крайне низкие ФЕС, низкие значения нефтенасыщенной толщины, низкая песчанитость и высокая расчлененность разреза, наличие тектонических разломов и обширных зон замещения коллекторов, отсутствие подошвенных и законтурных вод.

В процессе изучения геофизического материала (данных окончательных каротажей) по скважинам, вскрывшим в разрезе пласт ЮС<sub>2</sub><sup>1</sup>, было выделено три основополагающих литотипа изучаемого пласта с характерными особенностями строения и фациальными характеристиками (рис. 1).

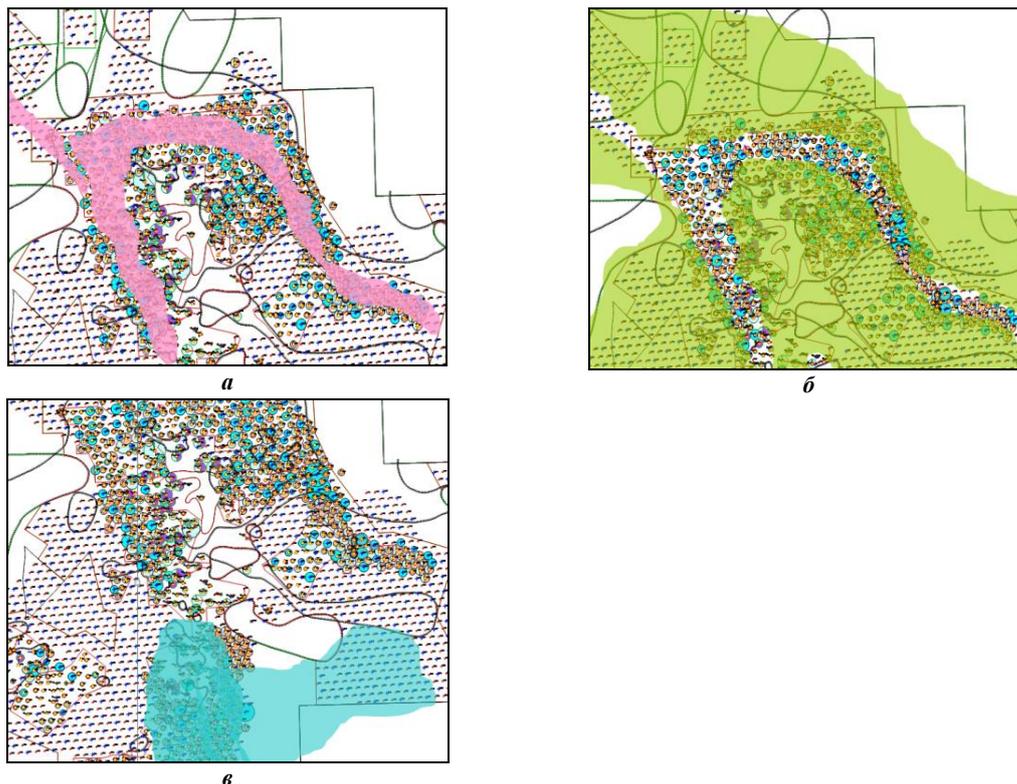


Рис. 1 Карты распространения литотипов в пласте ЮС<sub>2</sub><sup>1</sup> на Рускинском месторождении. Отложения: а) – русловые, б) – поймено-болотные, в) – прибрежно-морские

На втором этапе в выделенных группах скважин по генезису отложений пласта ЮС<sub>2</sub><sup>1</sup> были проанализированы изменения во времени показателей работы скважин. Для анализа взяты следующие критерии: средний дебит нефти на 1 скважину, накопленная добыча и темп падения дебита нефти за пять месяцев эксплуатации. Построены диаграммы зависимости вышеперечисленных критериев от объема закачанного проппанта (далее Qпр). С целью детализации анализа в каждой группе скважин, подразделенных по характеру отложений, выбраны три подгруппы в зависимости от закачанной массы проппанта, а именно 35-65 т, 65-95 т и больше 95 т. На рисунке 2 представлены распределения закачки проппанта за 12 месяцев работы [1].

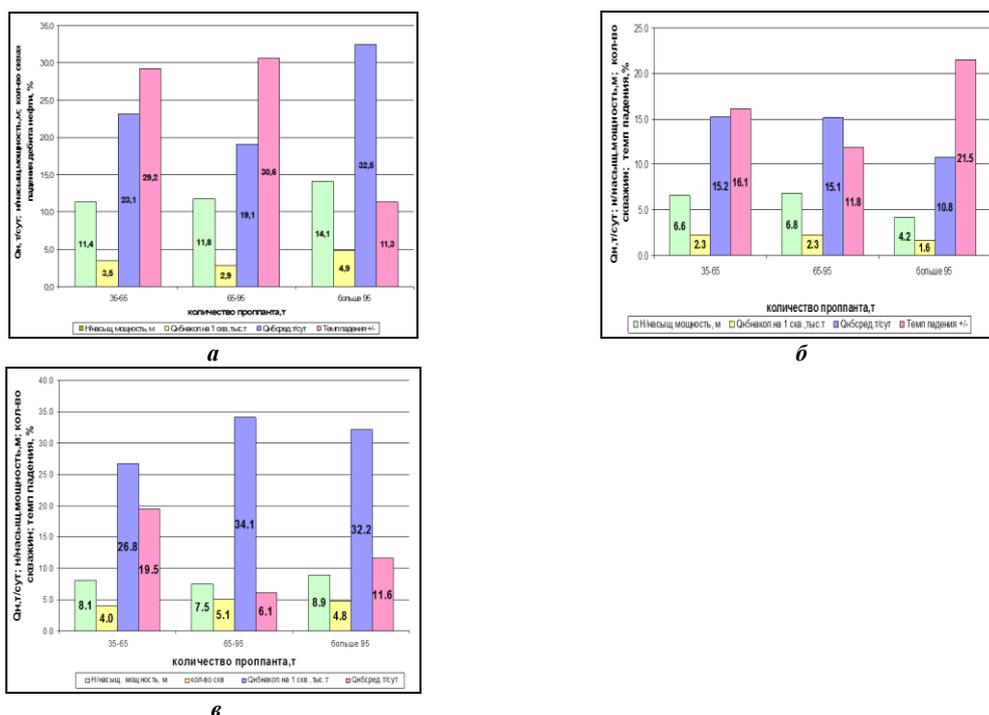


Рис. 2 Распределение закачки проппанта за 12 месяцев в литотипах пласта ЮС<sub>2</sub><sup>1</sup> на Рускинском месторождении. Отложения: а) – русловые, б) – поймено-болотные, в) – прибрежно-морские

Таким образом, выделены по литологическому признаку три наиболее часто встречающиеся типа пласта ЮС<sub>2</sub>, из которых преобладающее распространение имеют пойменно-болотные отложения. В процессе анализа определено, что значения нефтенасыщенной мощности по данному типу коллектора достаточно небольшие на всей площади месторождения и составляют от 4 до 9 м. В данных геологических условиях, исходя из эксплуатации скважин, целесообразней производить закачку проппанта в количестве 65-95 т.

Оптимальной массой проппанта для прибрежно-морских отложений, со схожей геологией пласта ЮС<sub>2</sub> является также диапазон 65-95 т. В скважинах, вскрывших русловые отложения, с увеличением нефтенасыщенной мощности необходимо увеличивать и массу проппанта. Для пластов с мощностью 11 м целесообразно планировать закачку в объеме 65 т и с ростом мощности на 1,5 м необходимо увеличивать массу на 10 т. В результате анализа и сравнения работы скважин при первом и при повторном ГРП, можно сделать следующий вывод. При ГРП при освоении скважин, вскрывших русловые отложения, рентабельно проводить перфорацию верхней части пласта, так как подстилающий водонасыщенный пласт залегает близко. После бурения забойное давление равно начальному пластовому давлению.

Трещина будет развиваться «вдоль скважины», т.е. иметь небольшую длину и ширину, и большую высоту. И есть риск нарушения целостности разделяющего экрана между нефтенасыщенным и водонасыщенным пластом. При повторном ГРП, когда пластовое давление снизилось, перфорацию следует проводить по всей толщине нефтенасыщенного пласта.

Трещина будет иметь большую длину и ширину, и меньшую высоту по сравнению с такими же прострелочно-взрывными работами (ПВР) при освоении. Таким образом, удастся вовлечь в разработку слабодренлируемые зоны нефтяной залежи. В прибрежно-морских отложениях верхнюю часть пласта, разбитую на пропластки, не следует рассматривать как объект для ГРП, так как в глинах происходит упаковка дополнительного количества, закачанного проппанта. Первичное ГРП следует проводить в средней и нижней части пласта, где хороший коллектор, при наличии мощного глинистого экрана между нефтенасыщенным и водонасыщенным пластами. Если же глинистый экран недостаточно мощный, то ГРП при освоении следует проводить в средней части пласта, а когда пластовое давление снизится, производить дострел нижней части нефтенасыщенного пласта.

В скважинах, вскрывших пойменно-болотные отложения, ГРП при освоении и повторное ГРП следует проводить по всей толщине нефтенасыщенного пласта. И так как пойменно-болотные отложения разбиты на большое количество глинистых пропластков, проведение ГРП при освоении приводит к частичной упаковке проппанта в глинистых пропластках. Упакованный проппант не является активным каналом для движения флюида, поэтому не выносятся из пласта. Использование большого количества проппанта при повторном ГРП, когда пластовое давление понижено, приводит к распространению трещины на большое расстояние, что в конечном итоге влияет на обводнение продукции скважин, так как налаживается гидродинамическая связь между добывающей и нагнетательной скважиной. Следовательно, в пойменно-болотных отложениях при повторном ГРП не целесообразно производить закачку проппанта в объеме больше 65 т.

#### Литература

1. Евстигнеев В.М. Речной сток и гидрологические расчеты: Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 304 с.
2. Кондратьев Н.Е. Гидроморфологические основы расчетов свободного меандрирования // Труды ГГИ, 1968. – Вып. 155. – С. 5–38.
3. Кондратьев Н.Е. Русловые процессы рек и деформации берегов водохранилищ. // Труды ГГИ, 2000. – 258 с.

### ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПАЛЕОРУСЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПЛАСТА ЮС<sub>2</sub>

**А.В. Копылов, С.В. Репчук, К.В. Синебрюхов, А.О. Безуглов**

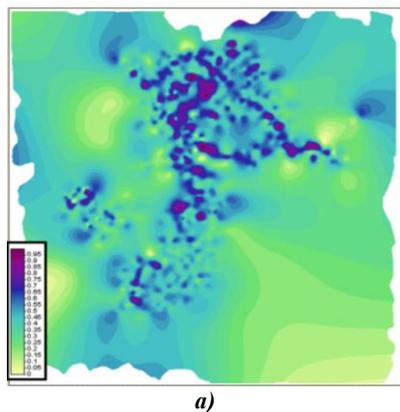
Научный руководитель директор ЦППНД В.С. Рукавишников

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

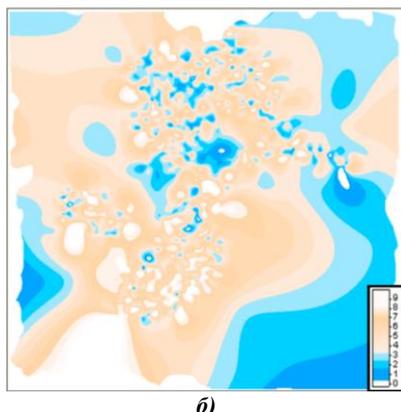
Основная проблема при разбуривании пласта ЮС<sub>2</sub> – это неэффективное бурение с редким попаданием в продуктивный коллектор. Данная проблема возникает из-за того, что бурение ведется фактически вслепую, ковровым методом, что ведет к неоправданным затратам.

Для эффективного планирования скважин в отложениях, сформированных в условиях озерно-аллювиальной равнины, необходимо иметь представление о конфигурации палеодолины и палеоруслу, знать их морфометрические параметры. Это позволит проводить целенаправленное бурение, вдоль палеорусловых наиболее продуктивных отложений. На сегодняшний день основным источником определения палеорусловых отложений являются непосредственно бурение с последующим изучением керна и данные 3D сейсмоки, последнее достаточно затратное и проводится не на всех территориях. Возникает вопрос, что делать с участками, при отсутствии 3D сейсмоки и данных бурения. В данной работе на примере Рускинского месторождения предлагается методика прогноза перспективных палеорусловых отложений на основе метода геоморфологии, с помощью математических методов.

Продуктивный горизонт ЮС<sub>2</sub> приурочен к кровле тюменской свиты – отложениям средней юры. Его отличительными особенностями являются региональное распространение и почти повсеместная нефтеносность, большая глубина залегания, низкие фильтрационно-емкостные свойства и нефтенасыщенные толщины.



а)



б)

Рис. 1 Карты: а – песчанности (д.е.) и б – расчлененности (шт.) для пласта ЮС<sub>2</sub><sup>1</sup>

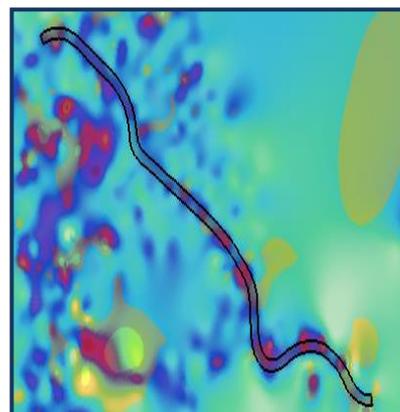


Рис. 2 Совмещенная карта песчанности и расчлененности для пласта ЮС<sub>2</sub><sup>1</sup>

Палеоруловая долина состоит из морфологических элементов. Для целей нефтепромысловой геологии наибольший интерес представляют русловые отложения, песчаные косы, дебиты в них составляют 15-60 т/сут, в среднем 40 т/сут. В меньшей степени интересны побочни, являющиеся не пересортированной, оползневой частью берега (дебиты 15-18 т/сут). Пойменные отложения представляют собой своеобразные изоляторы: покрышки, латеральные экраны (дебиты менее 10 т/сут).

Для выделения морфологических элементов, строим серию разрезов вкрест палеодолины.

Рассмотрим один из разрезов (рис. 3). По этому разрезу выделяем:

- а) пойму (для неё характерно переслаивание мелкозернистого песчаника и алевролита, изрезанная кривая ПС);
- б) стрежень (т.к. на стрежне наблюдается наибольшая скорость потока, то здесь будут формироваться крупнозернистые песчаники, мощность пропластка средняя);
- в, г) песчаная коса (представлена средне-мелкозернистым песчаником с наибольшей мощностью пропластка);
- д) край песчаной косы (это переходная зона между песчаной косой и поймой, по кривой ПС мы видим, что среднезернистый песчаник сменяется мелкозернистым, и начинается переслаивание с алевролитом).

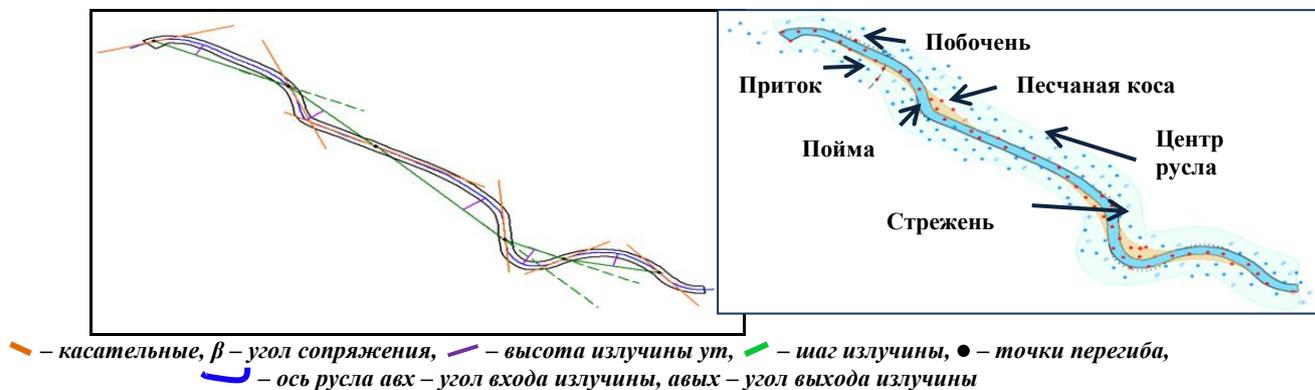


Рис. 3 Разрез и морфологические элементы палеодолины

Выделенное палеоруло относится к меандрирующему типу, для которого характерны определенные морфометрические параметры, взаимосвязанные между собой (рис. 3). Осевая линия – является центром ширины русла. Точки перегиба – характеризуют конец одной излучины и начало другой. Шаг излучины – расстояние по прямой между двумя смежными точками перегиба. Высота излучины – расстояние от линии шага излучины до наиболее удаленной от неё точки. Угол сопряжения излучин образован линией шага низовой излучины и продолжением линии шага верховой излучины. Проводим касательные вдоль оси русла, через точки перегиба и выделяем углы входа и выхода излучины [2].

$$\frac{\lambda}{y_m} = \frac{2 \sum_{n=0}^{n=N} \cos \left[ aA(n\Delta s) + \frac{a_0}{2} B(n\Delta s) \right]}{\sum_{n=0}^{n=N} \sin \left[ aA(n\Delta s) + \frac{a_0}{2} B(n\Delta s) \right]} \quad (1)$$

Целью работы является прогнозирование форм палеорула методом математического расчета, основанного на натуральных наблюдениях. Для этого будем использовать метод Кондратьева «Построение осевой линии русла» [1].

На первом этапе работы, для упрощения расчета применим относительную систему координат, для этого обозначим, что S длина шага по излучине равна 1. Разделим длину шага S на 20 частей, с интервалом 0,05. Задачей

расчета является построение кривой меандры по заданному углу разворота  $a_0$  и отношению шага излучины к высоте излучины.

В этой формуле есть параметр  $a$ , который выбирается по таблице Кондратьева Н.Е. так, чтобы отношение суммы найденных значений  $x$  к сумме найденных значений  $y$  были равны отношению шага излучины к высоте излучины. Находим координаты  $x$  и  $y$  по формулам (2, 3)

$$y = \int \sin \left( a \frac{\cos \pi s - \cos 3 \pi s}{\pi} + \frac{a_0}{2} \cos 3 \pi s \right) ds = \int \sin \left( aA(s) + \frac{a_0}{2} B(s) \right) ds \quad (2)$$

$$x = \int \cos \left( a \frac{\cos \pi s - \cos 3 \pi s}{\pi} + \frac{a_0}{2} \cos 3 \pi s \right) ds = \int \cos \left( aA(s) + \frac{a_0}{2} B(s) \right) ds \quad (3)$$

Производим перевод в абсолютную систему координат, для этого умножаем полученные значения  $x$  и  $y$  на коэффициент отношения шага излучины в абсолютных координатах, к вычисленному значению  $x$  в срединной точке. Так как излучины могут быть не симметричны относительно наивысшей точки, то вводим поправочный коэффициент  $\varepsilon$ .

$$\varepsilon = \frac{x_m - \frac{\lambda}{2}}{y_m} \quad (4)$$

Для прогноза формы меандры по методу Кондратьева выбираем линию, от которой будем откладывать рассчитанные значения  $x$  и  $y$ . Для этого нужно учесть угол сопряжения излучин. Эмпирически доказано, что для согласованных излучин каждый последующий угол сопряжения имеет тенденцию к уменьшению, для этого вводим коэффициент  $K_\beta=1,46$ . Таким образом, находим угол сопряжения и определяем линию отсчета. По форме выделенного палеоруслу, для прогнозного меандра выделяем угол входа в излучину; так как углы входа смежных излучин у нас совпадают, то делаем вывод о том, что высота и ширина шага излучины для прогнозного меандра, будут равны высоте и ширине шага в смежном меандре. По расчетам координат  $x$  и  $y$  для прогнозной излучины был построен график осевой линии, по которому можем прогнозировать форму меандры, путем отложения точек от линии отсчета.

Предложенный метод предлагается использовать следующим образом (рис. 4): на разбуренной территории выделить часть русла реки, выполнить прогнозный математический расчет русла, запланировать скважину в центр прогнозного русла, в пробуренной скважине проверить каротажные данные, по которым отнести скважину к морфологическому типу.

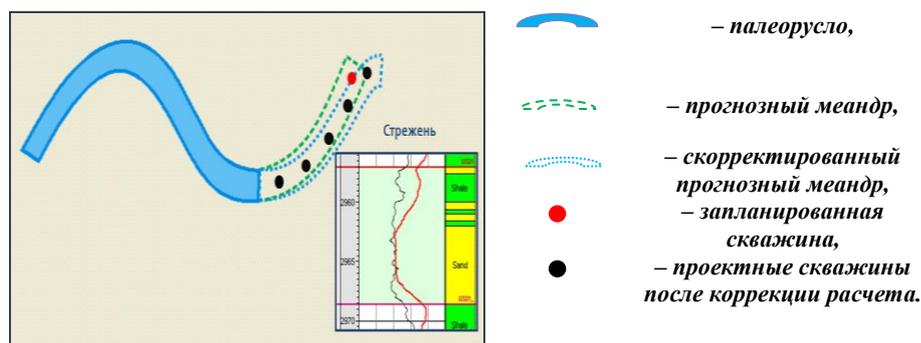


Рис. 4 Коррекция русла, согласно фактическим данным бурения

Если мы попадаем не в центр русла, то с учетом каротажных данных скорректировать теоретический расчет. Провести проектирование скважин вдоль уточненного русла в наиболее продуктивных зонах. После чего вероятность попадания следующих запланированных скважин увеличивается. Данная схема позволяет проводить целенаправленное бурение вдоль наиболее продуктивных отложений палеоруслу, что приведет к уменьшению затрат на бурение «сухих» и малопродуктивных скважин.

#### Литература

1. Казаненков В.А., Попов А.Ю., Вакуленко Л.Г. и др. Обстановки формирования коллекторов горизонта Ю2 в северо-восточной части Хантейской гемиянтеклизы (Западная Сибирь) // Геология нефти и газа, 2009. – № 1. – С. 46–53.
2. Кондратьев Н.Е. Русловые процессы рек и деформации берегов водохранилищ. – Спб.: ГГИ, 2000. – 258 с.

**ИЗУЧЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ НИЖНЕМЕЛОВЫХ ПЛАСТОВ-КОЛЛЕКТОРОВ В  
ПРЕДЕЛАХ ПУР-ТАЗОВСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ОБЛАСТИ НА ТЕРРИТОРИИ  
ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

**Я.Ю. Корчуганов**

Научный руководитель доцент Л.К. Кудряшова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Нижнемеловые пласты-коллекторы, расположенные на территории Пур-Тазовской нефтегазоносной области в пределах Западной Сибири, уже на протяжении нескольких лет представляют большой интерес с точки зрения изучения и разработки. В настоящее время остается много вопросов относительно особенностей их формирования. Исследование условий осадконакопления, а также их влияния на фильтрационно-емкостные свойства пластов-коллекторов поможет улучшить процесс добычи на разрабатываемых месторождениях и скорректировать размещение проектного фонда скважин.

Целью данной работы является исследование геологического строения и условий формирования нижнемеловых пластов-коллекторов в пределах Пур-Тазовской нефтегазоносной области.

Изучаемое месторождение расположено в пределах южного окончания Большехехетской структурной террасы. На его территории поисково-оценочными скважинами были вскрыты три нефтегазоносные свиты – нижнехехетская, суходунинская и яковлевская, которая является наиболее продуктивной из всех. Она содержит в себе несколько песчаных пластов Як-III-VII, объединенных в единый объект разработки. Залежь является газонефтяной, массивной, её суммарная толщина достигает 650 м, эффективные толщины варьируются в пределах 50-70 м. Свита сложена переслаиванием глин и алевролитов с прослоями и пачками песков и песчаников, пропластками углей толщиной от 2 до 4 м.

Одной из особенностей изучаемой группы пластов является трудность расчленения на пропластки – это стало одной из причин для их объединения в единый объект разработки. Детальный анализ формирования отложений даст представление о том, в каких условиях они были сформированы и позволит прогнозировать расположение пластов-коллекторов раннемелового возраста с наилучшими фильтрационно-емкостными свойствами в пределах изучаемой территории.

Формирование отложений изучаемого объекта происходило в средний апт-средний альб. В среднем апте осадкообразование осуществлялось при практически полном затоплении территории и последующем отступлении моря; в позднем апте за счет регрессии произошло резкое обмеление морского бассейна; последующая трансгрессия в раннем альбе привела к значительному погружению территории [2].

Эти обстоятельства обусловили две особенности яковлевской свиты. Первая – это разделение пластов на две самостоятельные группы Як-I-III и Як-IV-VII. Главной причиной этого деления является разница в фациальных обстановках осадконакопления, а именно – окончание регрессивного цикла на изучаемой территории. Это видно в керновом материале по текстурно-структурным особенностям отложений пластов Як-IV и Як-III. А также в первом (пласт Як-IV) были найдены конкреционные прослои красновато-бурого сидерита, который мог образоваться в условиях надводной дельтовой равнины, периодически заливаемой морскими водами. Во втором пласте – Як-III – отсутствуют какие-либо признаки, говорящие о поступлении морской воды при формировании отложений, как и в остальных пластах группы Як-I-III [1]. Вторая особенность – трудность расчленения на пласты по каротажным диаграммам. В то же время такая особенность выступает как косвенный признак того, что отложения, вскрытые скважинами, не поддающиеся расчленению, могли быть сформированы в одинаковых фациальных условиях. Такие отложения преобладают в северной части месторождения, которая в течение длительного промежутка времени была затоплена. Обратная ситуация в южной части, где трансгрессивно-регрессивные циклы происходили интенсивнее и разрез проще поддается расчленению по каротажным диаграммам. При этом наибольшие значения эффективных толщин наблюдаются в южном районе и центральной части территории – от 8 до 18,4 м. Уменьшение значений происходит в северном направлении – до 4 м. Последующий детальный анализ формирования отложений даст представление о том, в каких условиях они были сформированы и позволит прогнозировать расположение пластов-коллекторов с наилучшими фильтрационно-емкостными свойствами в пределах изучаемой территории.

Изучение геологического строения проводилось по данным керна, результатам ГИС и ГДИС.

На основе кернового материала, полученного из 13 скважин, вскрывших отложения нижнего мела, были выделены следующие фациальные обстановки: надводная дельтовая равнина, подводная дельтовая равнина и прибрежное мелководье.

Нижние продуктивные пласты, объединенные в группу Як-IV-VII, были сформированы в условиях прибрежного мелководья сливающимися песчаными телами устьевых баров рек. Они накапливались в виде однородных песчаников и маломощных прослоев глинисто-алевритовых пород. В текстурном отношении эта фация была выделена по нескольким критериям: различной сложности слоистости – от тонкой косой однонаправленной до полого-линзовидной, со следами взмучивания, оплывания и размыва осадков, намывами обугленного растительного детрита. Благодаря трансгрессивно-регрессивным циклам, были сформированы песчаные тела устьевых баров, простирающиеся в северо-восточном и юго-западном направлениях. На восточной части территории сохранился континентальный режим осадконакопления.

Верхние продуктивные пласты, объединенные в группу Як-I-III, были сформированы в условиях надводной дельтовой равнины. Отложения накапливались в пределах меандрирующих дельтовых протоков. Они представлены песчаниками различной зернистости со средней и хорошей сортировкой. Породы имеют косую однонаправленную слабо срезанную слоистость, содержат углефицированный растительный детрит. На момент становления комплекса отложений регрессивный цикл завершился [3].

Фациальные условия оказывают влияние на распределение фильтрационно-емкостных свойств как по площади, так и по разрезу. На основании результатов геофизических исследований скважин были построены карты распределения коэффициентов пористости, проницаемости и эффективных толщин. Наибольшие значения проницаемости (от 400 до 750 мД) наблюдаются в песчаных отложениях устьевых баров. Сравнительно меньшие (от 50 до 250 мД) – в участках формирования лагунных отложений и пойм. Породы с наибольшей пористостью наблюдаются в участках формирования устьевых баров (от 18 до 28 %). Наименее пористые породы залегают в областях длительного развития углистых отложений заболачивающихся озёр и торфяных болот (от 10 до 16%), а также в направлении отступления моря, где осадочный материал постоянно размывался и переоткладывался (от 3 до 15 %).

Фильтрационные параметры могут изменяться с течением времени по мере разработки месторождения. Отслеживания динамики их изменения проводится с помощью гидродинамических исследований скважин. На основании результатов ГДИС построены карты распределения текущего пластового давления, а также проанализированы карты текущих отборов. Наибольшие пластовые давления наблюдаются в следующих участках: в юго-западной части – 145 атм., центральной – 152 атм. и северной – 155 атм. Наибольшие (около 770 т/сут) дебиты нефти получены в скважинах, расположенных в центральной части территории, в северном направлении дебиты резко уменьшаются – до 33 т/сут. Такая зависимость объясняется уменьшением эффективных толщин в том же направлении. Обводненность по всей территории месторождения достаточно высокая – 80-90 %.

Дополнительно в ходе исследований для выяснения характера распределения фильтрационных параметров в межскважинном пространстве используются трассерные исследования. Сущность индикаторных исследований основывается на том, что меченая индикаторами жидкость вводится через нагнетательные скважины в исследуемые пласты и затем оттесняется к добывающим скважинам закачиваемой водой. По результатам можно выявить гидродинамическую связь между скважинами, источники обводнения, отслеживать текущую фильтрационную обстановку межскважинной области пласта и направление фильтрации нагнетаемой в скважину воды и пластовых жидкостей. Последний критерий является наиболее приоритетным для изучения: зная направления фильтрации и учитывая описанные ранее фациальные условия формирования месторождения, можно определить какие условия являлись наиболее благоприятными для экранирования углеводородов яковлевской свиты.

Исследования проводились в юго-восточной части месторождения в трех нагнетательных скважинах. По их результатам было выяснено, что наибольшие объемы индикаторной жидкости были вынесены в северо-восточном и юго-западном направлениях, совпадающим с направлениями развития песчаных тел устьевых баров пластов группы Як-IV-VII. Объемы вынесенной индикаторной жидкости в этих направлениях в двух добывающих скважинах превышают 50%, в третьей – 33%. Движение воды по межскважинному пространству происходит преимущественно по высокопроницаемым каналам фильтрации, где и залегают породы с наилучшими фильтрационно-емкостными свойствами. Например, в первой скважине в северо-восточном направлении суммарный объем каналов фильтрации составил 644,56 м<sup>3</sup>/сут, в других направлениях – от 13,4 до 274,65 м<sup>3</sup>/сут. В третьей скважине в юго-западном направлении суммарный объем каналов фильтрации составил 73,44 м<sup>3</sup>/сут, в других направлениях – от 12,56 до 58,23 м<sup>3</sup>/сут.

Исходя из всего вышеперечисленного, можно заключить, что наиболее перспективными с точки зрения нефтегазоносности являются отложения, приуроченные к песчаным телам устьевых баров.

Стоит также отметить, что только детальный литолого-фациальный анализ, а также правильное и своевременное исследование текущего состояния объектов и динамики изменения фильтрационно-емкостных свойств позволит своевременно принять решение по выбору более рационального способа разработки.

#### Литература

1. Квачко С.К. Литолого-фациальный анализ нижнемеловых отложений / Науки о земле, 2009. – №12. – С. 223 – 226.
2. Конторович А.Э., Ершов С.В., Казаненков В.А. Палеогеография Западно-Сибирского осадочного бассейна в меловом периоде / Геология и геофизика. – Новосибирск, 2014. – Т. 55. – №5. – С. 745 – 776.
3. Фокин П.А., Демидова В.Р., Яценко В.М. Состав и условия образования продуктивных толщ нижнехетской и яковлевской свит нижнего мела / Геология нефти и газа, 2008. – №5. – С. 11 – 18.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ РАДИАЛЬНОГО БУРЕНИЯ В УСЛОВИЯХ  
КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ПЕРМСКОГО КРАЯ

А.А. Кочнев

Научный руководитель профессор С.В. Галкин

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь, Россия

На территории Пермского края наибольшая доля остаточных запасов приурочена к карбонатным коллекторам, которые характеризуются неоднородностью и сложностью геологического строения [1]. Разработка залежей со сложным геологическим строением может сопровождаться различными осложнениями: резким снижением дебитов добывающих скважин, преждевременной обводненностью скважинной продукции, низкой эффективностью системы поддержания пластового давления [2]. Для повышения дебитов добывающих скважин и вовлечения в разработку недраенируемых целиков нефти на месторождениях Пермского края активно применяется технология радиального бурения.

Принцип технологии радиального бурения (РБ) заключается в создании, с помощью жидкости под высоким давлением, глубоких горизонтальных каналов протяженностью до 100 метров. Технология РБ позволяет многократно увеличить площадь фильтрации флюидов к стволу скважины. Для удаления продуктов реакции, остатков породы и расширения канала, его промывают кислотным составом [3].

По состоянию на 01.01.2017 года на карбонатных объектах месторождений Пермского края проведено 550 мероприятий РБ, из которых эффект не получен лишь в 6 случаях (дополнительная добыча составила менее 2 тонн) [3]. Средняя дополнительная добыча нефти составила 4570 тонн на скважину, а средняя продолжительность эффекта 820 суток по скважинам с закончившимся эффектом.

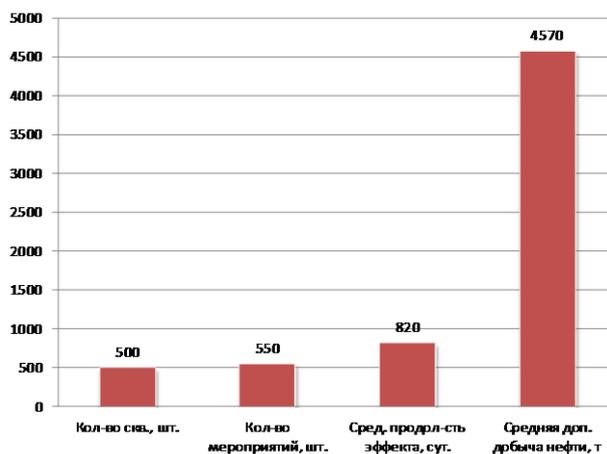


Рис. 1 Общая характеристика применения радиального бурения для карбонатных объектов Пермского края

После проведения анализа эффективности технологии на территории Пермского края, поставлена задача выделить геолого-технологические параметры, которые влияют на показатели эффективности. Для этого создана сводная база скважин с РБ. Для всех скважин в базу заносились геолого-технологические параметры и показатели эффективности. Под показателями эффективности в данном случае понимаются: общая дополнительная добыча, максимальный дебит нефти после РБ и время работы с эффектом.

Выделение параметров, которые оказывают наибольшее влияние на эффективность технологии, проводилось с помощью *t*-критерия Стьюдента. Это критерий, который применяется для проверки равенства средних значений в двух выборках. В данном случае с помощью корреляционного анализа установить зависимость достаточно сложно, так как исследуется большое количество параметров и необходимо учитывать большое количество сторонних факторов. Критерий Стьюдента наиболее успешно подходит для решения поставленной задачи. Используя созданную базу данных, выбирался один из показателей эффективности. По данному показателю все скважины делились на две выборки по граничному значению. В качестве граничного, выбиралось такое значение, которое делит общую выборку на две примерно равные части. Например, для показателя общей дополнительной добычи граничное значение выбрано 2200 тонн. То есть скважины и соответствующие им параметры разделены на две выборки: 1. Общая дополнительная добыча менее 2200 тонн; 2. Общая дополнительная добыча более 2200 тонн (табл.).

Таблица

Оценка влияния геологических параметров на общую дополнительную добычу после РБ

Дополнительная добыча нефти, т	< 2200	> 2200	t-критерий	t-value	p
$K_{пл}$ , %	13,8	14,1	-1,8		0,06
$K_{песч}$ , д.ед.	0,37	0,38	-1,7		0,09
$\mu$ , МПа*с	16,6	20,2	-2,0		<b>0,04</b>
$Q_n$ , г/см <sup>3</sup>	0,85	0,86	-1,7		0,07
$b$ , д.ед.	1,08	1,07	1,8		0,07
$G$ , м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	42,2	36,6	1,9		<b>0,05</b>

Жирным шрифтом выделены значения с достигаемым уровнем значимости ( $p$ ) ниже 0,05, то есть с вероятностью более 95 % можно утверждать, что различие в двух выборках не случайно и исследуемый параметр оказывает статистически значимое влияние на различие в выборках. Курсивом выделены значения с достигаемым уровнем значимости от 0,05 до 0,1, то есть с вероятностью от 90% до 95 % возможно утверждать, что различие в двух выборках не случайно и исследуемый параметр оказывает влияние на различие в двух выборках, однако данное влияние ниже, чем у значений, выделенных жирным шрифтом. Статистически не значимые параметры в таблице не представлены [3].

В ходе анализа влияния геологических параметров на показатели эффективности установлено, что наилучший эффект достигается при улучшенных коллекторских свойствах, более расчлененном разрезе, более вязкой нефти. Лучший эффект в расчлененном разрезе показывает, что технология РБ включает в работу недренируемые пропластки.

При оценке влияния гидродинамических параметров на эффективность технологии РБ, было выявлено, что наилучший эффект достигнут при повышенных значениях гидропроводности, пьезопроводности и скин-фактора. Положительное значение скин-фактора указывает на ухудшенное состояние призабойной зоны пласта (ПЗП), таким образом можно сделать вывод, что РБ достаточно эффективно воздействует на ПЗП. Высокое влияние оказали также пластовое и забойное давление, что характеризует потенциал работы скважины.

Далее проводилась оценка технологических особенностей. Для технологии радиального бурения рекомендуется привлечение новых интервалов, которые ранее не были перфорированы. Дополнительная добыча из таких интервалов больше, чем в интервалах ранее перфорированных. Различие в выборках сильное, статистически значимое (разность между средними значениями составила 1400 т).

Таким образом, в ходе работы проведен аналитический обзор опыта проведения мероприятий по радиальному бурению для карбонатных объектов месторождений Пермского края. Создана общая база, включающая скважины, на которых проводилась технология радиального бурения, а также соответствующие им геолого-технологические параметры. С помощью проверки гипотезы о равенстве средних значений ( $t$ -критерий Стьюдента) выявлены параметры оказывающие наибольшее влияние на показатели эффективности радиального бурения.

#### Литература

1. Новокрещенных Д.В., Распопов А.В. Анализ результатов применения методов интенсификации на карбонатных коллекторах Пермского края // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело, 2014. – № 10. – С. 73–82.
2. Савельев О.Ю. Опыт проведения радиального бурения в условиях сложной построенных коллекторов пласта Т+ФМ Озерного месторождения // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело, 2007. – Т. 6. – № 2. – С. 38–45.
3. Кочнев А.А. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ РАДИАЛЬНОГО БУРЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПЕРМСКОГО КРАЯ // Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых, 2017. – № 1. – С. 30–33.

### **ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫЕ СВОЙСТВА ПЕСЧАНИКОВ ПЛАСТА Ю<sub>1</sub> ТРАЙГОРОДСКО-КОНДАКОВСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

**С.М. Кулькова**

Научный руководитель доцент И.В. Вологодина

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

Работа является продолжением изучения пород васюганского горизонта пласта Ю<sub>1</sub> Трайгородско-Кондаковского нефтяного месторождения по разрезу скважин 3, 4 и 6, ранее изучались песчаники скважины 7 этого же месторождения [2].

Трайгородско-Кондаковское месторождение расположено в Александровском районе Томской области. Актуальность исследований обусловлена слабой изученностью васюганского горизонта на Александровском своде в плане детальных литолого-фациальных исследований, несмотря на то, что в группе пластов Ю<sub>1</sub> здесь открыты 19 месторождений (Кондаковское, Проточное, Трайгородское и др.) [1]. Материалом для написания работы являются данные о геологическом строении месторождения, 47 шлифов и данные ФЕС.

Цель работы состоит в изучении литолого-петрографических особенностей пород-коллекторов, выявлении факторов, влияющих на коллекторские свойства песчаников пласта Ю<sub>1</sub>.

Нами было изучено геологическое строение Трайгородско-Кондаковского нефтяного месторождения; проведены литолого-петрографические исследования песчаников пласта Ю<sub>1</sub>, в результате которых установлен состав пород, изучена структура порового пространства, выявлен характер цементации и выделены стадийные преобразования пород; выполнен анализ факторов, оказывающих влияние на ФЕС пород.

Литолого-петрографические исследования проводились по стандартным методикам, выявление признаков стадийных преобразований пород проводилось по методике О.В. Япаскурта [5, 6]. Отдельные образцы песчаников были проанализированы на растровом электронном микроскопе фирмы Tescan VEGA II LMU с энергодисперсионным спектрометром INCA Energy в ЦКП ТГУ «Аналитический центр геохимии природных систем».

В геологическом строении описываемого района принимают участие терригенные отложения различного состава мезозойско-кайнозойского платформенного чехла и в различной степени метаморфизованные и

дислоцированные породы палеозойского складчатого фундамента. Отложения чехла залегают на денудированной и выветрелой поверхности палеозоя несогласно, со стратиграфическим перерывом.

В тектоническом отношении район работ расположен в юго-восточной части Западно-Сибирской плиты, которая имеет гетерогенный фундамент, перекрытый чехлом платформенных мезозойско-кайнозойских отложений. По отложениям осадочного чехла район работ расположен в центральной части Александровского свода, а на западе – в зоне его сочленения с восточным склоном Колтогорского мегапрогиба.

Территория описываемого месторождения расположена, согласно принятой схеме районирования, в Александровском нефтегазоносном районе (Васюганская нефтегазоносная область), в непосредственной близости от крупных разрабатываемых месторождений нефти, таких как Северное и Вахское.

Промышленная нефтеносность месторождений Александровского свода установлена в широком диапазоне юрских и меловых отложений. По данным лаборатории физики пласта ОАО «ТомскНИПИнефть», песчаники пласта Ю<sub>1</sub>, вскрытого в скважинах 3, 4, 6, характеризуются в целом низкими значениями пористости и проницаемости: пористость – 1,70-17,01%, проницаемость 0,12-3,10 мкм<sup>2</sup>·10<sup>-3</sup> (скв. 3); 3,24-14,32% и 0,05-1,72 мкм<sup>2</sup>·10<sup>-3</sup> (скв. 4); 7,69-18,44 % и 1,58-17, мкм<sup>2</sup>·10<sup>-3</sup> (скв. 6) соответственно.

В результате литолого-петрографического изучения выделены мезомиктовые, кварцевые граувакковые и аркозовые петротипы песчаников. В целом, для песчаников характерно невысокое содержание полевых шпатов, что может быть связано с процессами их растворения (рис. 1) и глинизации (рис. 2). В песчаниках выявлены процессы интенсивной каолинитизации, что выражается как в развитии порового каолинитового цемента (рис. 3), так и в практически полном замещении обломочных зерен (полевых шпатов) каолинитом. Для пород характерно наличие нескольких зон карбонатизации, агрегаты кальцита выполняют как поровое пространство (рис. 4), так и замещают обломочные зерна, в отдельных участках разреза отмечается развитие наложенной сидеритизации. Также для пород характерно развитие гидрослюдистого, хлоритового и кварцевого регенерационного цементов. Кроме того, цементация в песчаниках осуществляется за счет процессов уплотнения и растворения под давлением с образованием конформных, инкорпорационных и сутурных контактов между зернами. Особый интерес вызывает изучение порового пространства песчаников, характеристика которого сделана на основании типизации и классификации пор, приведенных в работах [3, 4]. В песчаниках преобладают вторичные поры растворения и межкристаллитные поры малой размерности. Первичные седиментогенные поры практически не встречаются.

Изменения пород возникли на поздней стадии катагенеза и в результате развития регрессивных наложенных процессов. Под действием стадийных преобразований в песчаниках сформировался поровый закрытый каолинитовый, коррозионный кальцитовый, гидрослюдистый пленочный цементы. Процессы цементации оказали негативное влияние на фильтрационно-емкостные свойства пласта Ю<sub>1</sub> – породы пласта отличаются низкими значениями проницаемости и средними значениями пористости.

Подводя итог, можно сказать, что данное месторождение малопродуктивное из-за плохих показателей ФЕС. Но наличие таких факторов, как присутствие замещенного каолинита в полевых шпатах и в цементе, образующего вторичные поры, может существенно улучшить показатели пористости и проницаемости.

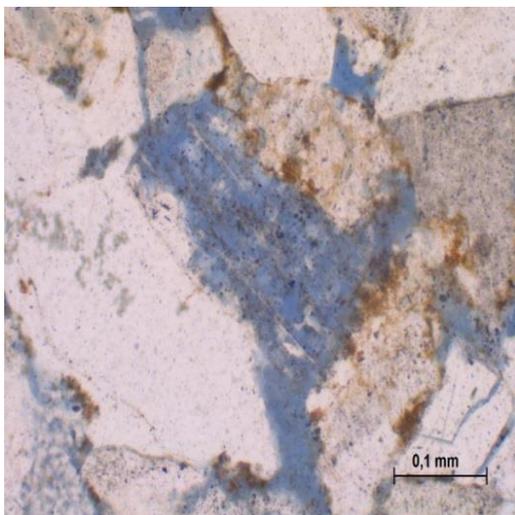


Рис. 1 Растворение полевого шпата.  
Образец 6488, глуб. 2283,59 м. Без анализатора

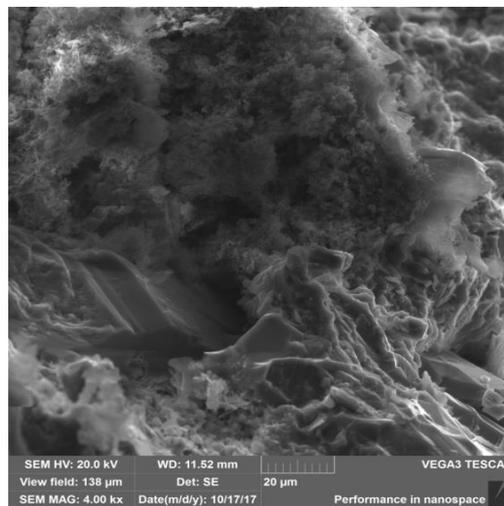
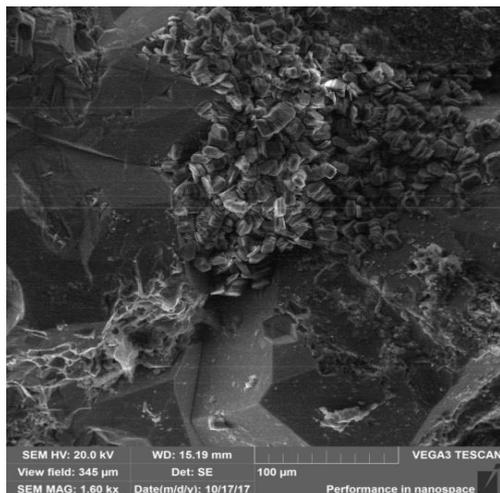
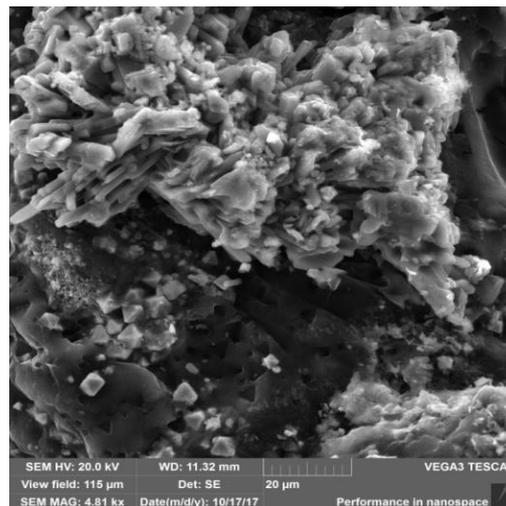


Рис. 2 Глинизация обломков полевых шпатов.  
Образец 571, скв. 3, глуб. 2066,28 м.  
Фотографии скола песчаника в растровом  
электронном микроскопе, в режиме SE



**Рис. 3** Заполнение порового пространства агрегатами каолинита. Образец 499, скв. 3. Глуб. 2066,28 м. Фотографии скола песчаника в растровом электронном микроскопе, в режиме SE



**Рис. 4** Заполнение порового пространства агрегатами кальцита. Образец 499, скв. 3. Глуб. 2066,28 м. Фотографии скола песчаника в растровом электронном микроскопе, в режиме SE

#### Литература

- Вакуленко Л.Г., Дульцева О.В., Бурлева О.В. Строение и обстановки формирования васюганского горизонта (верхи бата-оксфорд) на территории Александровского свода (Западная Сибирь) // Геология и геофизика, 2011. – Т. 52. – № 10. – С. 1538–1556.
- Кулькова С.М. Литологическая характеристика пород васюганского горизонта (Пласт Ю<sub>1</sub>) Трайгородско-Кондаковского нефтяного месторождения (Томская область) // Проблемы геологии и освоения недр, 2017. – Том 1. – С. 270.
- Недоливко Н.М. Эволюция пустотно-порового пространства в зонах водонефтяных контактов // Известия Томского политехнического университета, 2010. – С. 99–107.
- Недоливко Н.М., Ежова А.В., Перевертайло Т.Г., Полумогина Е.Д. Роль дизъюнктивной тектоники в формировании пустотного пространства в коллекторах пласта Ю<sub>1</sub><sup>3</sup> Западно-Моисеевского участка Двуреченского нефтяного месторождения (Томская область) // Известия Томского политехнического университета, 2005. – С. 47 – 53.
- Япаскурт О.В. Генетическая минералогия и стадийный анализ процессов осадочных пород и рудообразования: Учебное пособие. – М.: ЭСЛАН, 2008. – С. 356.
- Япаскурт О.В. Стадийный анализ литогенеза. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – С. 138.

### ПРЕДПОСЫЛКИ ОТКРЫТИЯ НОВЫХ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ В ДОЮРСКОМ КОМПЛЕКСЕ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (НА ПРИМЕРЕ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ)

**Л.М. Лаухин, И.В. Гончаров**

Научный руководитель профессор И.В. Гончаров

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Вопросу нефтегазоносности палеозоя Западно-Сибирской плиты уже более восьмидесяти лет. В 1932 г. И.М. Губкин первым сформулировал предположение о нефтегазоносности мезозойских отложений данной территории. В качестве его оппонентов выступали М.К. Коровин, Н.А. Кудрявцев, Н.С. Шатский и др., которые утверждали, что перспективы нефтегазоносности отложений Западно-Сибирской плиты связаны, прежде всего, с доюрским комплексом.

После открытия залежей углеводородов в Приуралье и Широном Приобье основной приоритет был отдан поиску скоплений углеводородов в мезозойских отложениях. Однако в 1964 г. А.А. Трофимук возвращается к идее о поиске залежей углеводородов в доюрском комплексе отложений. В течение 70–80-х годов в работах А.А. Трофимука и В.С. Вышемирского, а также Н.П. Запывалова, Н.П. Кирды, В.И. Бененсона и других исследователей данный вопрос был рассмотрен весьма подробно для того времени.

Геохимические исследования органического вещества доюрского комплекса отложений в сравнительно небольших объемах проводились В.С. Вышемирским, Л.И. Богородской, А.Э. Конторовичем, О.Ф. Стасовой, И.А. Олли, А.С. Фомичевым, А.Н. Фоминым, В.Ф. Шугуровым. Они занимались определением содержания органического углерода и катагенетической преобразованности органического вещества, а также определением физико-химических характеристик нефтей.

Более детально к вопросу о геохимии и генезисе палеозойских нефтей подошла Е.А. Костырева (2003). В своей работе [2] она показала, что в доюрском комплексе юго-востока Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции есть отдельные зоны, где термобарические условия недр в прошлые геологические эпохи не приводили к полной деструкции залежей углеводородов. В качестве аргумента Е.А. Костырева приводила факт наличия в

## СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

рассеянном органическом веществе образцов палеозойских пород углеводородов-биомаркеров, а также нефтепроявления во внутрипалеозойских резервуарах. Кроме того, на основе кластерного анализа она осуществила первую генетическую типизацию палеозойских нефтей: среди них было выделено три семейства.

Однако при всей продолжительности и результативности проведенных исследований, тем не менее, до сих пор остается не решенным ряд вопросов, связанных с выделением в доюрском комплексе нефтематеринских пород, коллекторов, покрышек и ловушек; с оценкой начального и текущего нефтегенерационного потенциала нефтематеринских пород и др. Решение этих вопросов позволит разработать генетическую модель формирования залежей палеозойских углеводородов.

На сегодняшний день недропользователи и крупные нефтегазовые компании проявляют все больший интерес к доюрскому комплексу отложений. Постепенно увеличивается количество залежей нефти и газа, открытых в нем, подавляющая часть из которых расположена на территории Томской области. Примерами являются как нефтегазоконденсатные (Герасимовское, Арчинское, Калиновое и др.), так и нефтяные (Урманское и др.) месторождения. Такой интерес к доюрскому комплексу связан с тем, что нефтегазоносность чехла Западной Сибири уже достаточно хорошо изучена. И со временем ресурсы и запасы углеводородов мезозойских отложений Западной Сибири будут уменьшаться, поэтому недропользователи и крупные нефтегазовые компании уже сегодня планируют поиск, разведку и разработку залежей нефти и газа в дочехольном (доюрском) комплексе отложений, промышленная нефтегазоносность которого доказана опытным путем.

Почему же большинство залежей углеводородов доюрского комплекса отложений обнаружено именно на территории Томской области? На это есть ряд причин.

Во-первых, данная территория находится на периферии Западно-Сибирской плиты, в связи с чем доюрский комплекс находится здесь на доступных для бурения глубинах, а в юго-восточной части Томской области он даже выходит на дневную поверхность. Это обстоятельство заведомо снижает затраты на процесс бурения нефтяных и газовых скважин, поскольку здесь не будет необходимости в проходке разреза чехольного комплекса отложений значительной толщины.

Во-вторых, в Томской области имеются научные коллективы (Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа, Национальный исследовательский Томский государственный университет и др.), которые обладают достаточными знаниями и опытом, современными лабораториями, коллекциями проб нефти и нефтяных, коллекцией керна доюрского комплекса и др., для того чтобы провести весь комплекс необходимых исследований. Уже сегодня в Национальном исследовательском Томском политехническом университете совместно с другими университетами и организациями занимаются разработкой технологий по поиску и освоению трудноизвлекаемых запасов нефти в доюрском комплексе Томской области (проект «Палеозой»). Инициатором проекта является компания «Газпром нефть».

В-третьих, в Томской области имеется вся необходимая инфраструктура для осуществления поиска, разведки и разработки залежей нефти и газа в доюрском комплексе: аэропорты, линии электропередач, нефте-, газо-, конденсатопроводы и др.

В-четвертых, это политическая воля губернатора Томской области С.А. Жвачкина, которая способствует решению вопроса по освоению трудноизвлекаемых запасов в доюрском комплексе со стороны государства.

Согласно [4], в пределах Томской области выделяются Нюрольский, Никольский, Колпашевский и Вездеходный структурно-фациальные районы. Литолого-стратиграфические разрезы каждого из этих районов пока ещё неполные, но, тем не менее, они показывают, что в строении доюрского комплекса Томской области присутствуют как докембрийские отложения, так и отложения всех систем палеозойской эратемы.

Благоприятные условия накопления органического вещества существовали преимущественно на континентальных шельфах. С этими областями и связаны основные перспективы поисков углеводородов в доюрском комплексе. В связи с этим, наиболее перспективными являются морские девонские и нижнекаменноугольные отложения, которые наиболее полно палеонтологически охарактеризованы. Девонские отложения (кыштовская, армичевская, солоновская, надеждинская, герасимовская, лугинецкая свиты и др.) представлены преимущественно мелководными карбонатными и терригенно-карбонатными породами. Данная территория в прошлые геологические эпохи представляла собой продолжение внешнего шельфа Сибирского континента, располагавшегося полосой вдоль Северного Алтая и по Салаиру (Елкин и др., 1994). Нижнекаменноугольные отложения представлены табганской и кехорегской свитами. Первая из них образовалась в обстановке мелководья с карбонатным типом седиментации, а вторая – в относительно более глубоководных условиях [4].

Доюрский комплекс Западно-Сибирской плиты имеет гетерогенное строение. Он представлен двумя структурными этажами: складчатый фундамент (от добайкальских до герцинских сооружений) и промежуточный тектонический комплекс, существование которого подтверждается геофизическими данными [3]. Складчатый фундамент малоперспективен на нефть и газ, поскольку в процессе его формирования захороненное в нем органическое вещество прошло подстадию апокатагенеза. В связи с этим промежуточный комплекс, сложенный, в основном, осадочными и вулканогенно-осадочными образованиями, является единственным геоструктурным элементом, в котором палеозойские отложения перспективны на нефть и газ.

Однако сформировавшиеся залежи углеводородов промежуточного комплекса могли быть разрушены в процессе существования континентального режима на территории Томской области (пермский и триасовый период); в процессе вторичного катагенеза отложений доюрского комплекса за счет перекрытия их морскими отложениями юрской, меловой и палеогеновой систем; за счет теплового воздействия, зависящего от возраста консолидации фундамента, наличия рифтов, магматических тел и разломов. Поэтому, вероятнее всего, залежи нефти и газа могли сохраниться только в наименее прогретых зонах. В поиске таких зон может помочь схема катагенеза органического вещества в кровле палеозойских отложений, составленная А.Н. Фоминым [5], и уточненная работами И.В. Гончарова

с соавторами схема реализации генерационного потенциала породами баженовской свиты [1]. По этой схеме И.В. Гончарова и соавторов можно произвести оценку катагенеза органического вещества в кровле палеозойских отложений в соответствии с относительно менее зрелым органическим веществом в породах баженовской свиты.

Анализируя схему А.Н. Фомина [5], можно увидеть, что большинство открытых месторождений углеводородов в доюрском комплексе на территории Томской области расположено как раз в зонах с уровнем катагенеза органического вещества, соответствующим подстадии мезокатагенеза (МК<sub>2</sub>–МК<sub>3</sub><sup>1</sup>).

Используя информацию о палеогеографических реконструкциях обстановок осадконакопления для разных геологических эпох на территории Томской области; информацию о фациальной принадлежности отложений доюрского комплекса; схему катагенеза органического вещества в кровле палеозойских отложений; информацию, полученную в результате геохимических исследований рассеянного органического вещества, нефтей и нафтидов доюрского комплекса, можно построить в будущем схему распространения наиболее перспективных зон для обнаружения залежей углеводородов в доюрском комплексе, что позволит количественно оценить его перспективы нефтегазоносности в Томской области.

#### Литература

1. Гончаров И.В., Самойленко В.В., Обласов Н.В., Фадеева С.В., Веклич М.А., Кашапов Р.С., Трушков П.В., Бахтина Е.С. Типы и катагенез органического вещества баженовской свиты и ее возрастных аналогов // Нефтяное хозяйство. – М., 2016. – № 10. – С. 20–25.
2. Костырева Е.А. Геохимия и генезис палеозойских нефтей юго-востока Западной Сибири: дис. на соиск. учен. степ. канд. геол.-минер. наук. – Новосибирск, 2003. – 284 с.
3. Нефтегазоносность Сибири и Дальнего Востока / Под ред. В.С. Суркова. – Новосибирск: Наука, 1981. – 153 с.
4. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Палеозой Западной Сибири / Под ред. Е.А. Елкина, В.И. Краснова. – Новосибирск: Издательство СО РАН Филиал «ГЕО», 2001. – 166 с.
5. Фомин А.Н. Катагенез органического вещества и нефтегазоносность мезозойских и палеозойских отложений Западно-Сибирского мегабассейна. – Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2011. – 331 с.

### ПЕРВЫЕ ПОПЫТКИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ СВЯЗИ НЕФТЕНАСЫЩЕНИЯ ПЛАСТОВ С ДАННЫМИ ПЕТРОМАГНИТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ШЛАМА (НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ)

Д.А. Лемешева, К.А. Курдюков

Научный руководитель старший преподаватель А.А. Морова

Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

В начале работы следует особо отметить, что авторы не считают грамотным позиционировать литолого-минералого-геохимические исследования шлама как альтернативу стандартным лабораторным исследованиям керна. Априори считается, что началу этапа, подразумевающего работу со шламом, предшествуют длительные предварительные работы с керном, изучение всего фактического материала по месторождению, включая литературные источники, сопоставление данных с каротажными диаграммами (привязка данных по глубине). Во всех случаях, шлам исследовался нами классическими методами для уточнения литологии вскрываемых толщ. Одновременно специалистами лаборатории петрофизики Саратовского государственного университета были проведены петромагнитные (каппаметрические и термокаппаметрические) исследования проб шлама, по данным которых были выделены циклы седиментационной ритмичности. Насыщение пластов определялось методами ГИС и ГТИ. Выявленные закономерности не претендуют на абсолютную истинность, а дают всего лишь почву для размышлений в дальнейшем.

*Особенности работы со шламом.* Работа со шламом требует от исследователя терпения и усидчивости, что авторы познали в полной мере, описывая пробы. Работая над материалом, изучая статьи, мы невольно задавали себе вопрос: почему шлам так мало востребован российскими компаниями. Данные ГТИ часто игнорируются и не принимаются всерьез. Ответ прост: со шламом не умеют и не хотят работать. Качество материала, за который часто нам приходится браться, ужасное из-за безалаберности отбора, обусловленное отсутствием у работников элементарных навыков работы со шламом. В таких условиях выработать какую-либо методику можно лишь чисто теоретически. С практической же точки зрения перед тем как работать со шламом того или иного месторождения, нужно обязательно оценить его качество. Для этого визуально оценивается общий вид шлама: расситовка, отсутствие посторонних примесей, отмытость, упаковка, отсутствие повторяемости в процентном соотношении с выше и нижележащими интервалами в пределах не более двух проб (4 метра), синхронность и повторяемость на петромагнитных кривых (скважина со шламом, неправильно отобранным, как правило, «отрисовывается» по кривой магнитной восприимчивости как набор хаотично расположенных точек, соединенных линиями без какой-либо синхронности и повторяемости с соседними скважинами). Далее, если шлам признается удовлетворительно отобранным и принимается к обработке, он отмагничивается, расситовывается при надобности, отмывается повторно и описывается по традиционной методике, принятой при описании керна. Составление таблицы литолого-фациальных признаков по шламу дублирует те же работы, проводимые по керну в интервалах отбора керна, или дает независимую информацию в интервалах бурения сплошным забоем (что бывает чаще всего). Часть данных, безусловно, теряется вследствие разрушения породы (текстурные признаки), но часть и добавляется (физико-механические признаки). Добавим только то, что описание каждой фракции шлама ведется отдельно: основной – рабочей, размер которой 3-7 мм или менее в зависимости от типа долота, и обвальная, размером, как правило, крупнее, чем основная фракция.

*Повышение значений  $K_t$  перед вскрытием продуктивных интервалов.* На связь нефтенасыщения пластов с показаниями  $K_t$  – магнитной восприимчивости после нагрева (термокаппы) указывает, периодически проявляемая при сопоставлении данных различных методов, закономерность – перед вскрытием продуктивного интервала показания термокаппы резко увеличиваются против фоновых значений в десятки раз. Подобное увеличение значений этого же петромагнитного параметра можно наблюдать в интервалах вскрытия зоны водонефтяного контакта как современного, так и древнего. В скважинах, в которых из продуктивного пласта удалось исследовать керн, выявленные закономерности проявлялись еще более четко и дублировали предварительные результаты, полученные по шламу, с тем лишь дополнением, что на границе порода–покрышка фиксировалось увеличение количества тонкораспыленного пирита, природа которого остается нам неясной. Из механизмов, объясняющих его появление в разрезе, как вариант, это деятельность сульфатредуцирующих бактерий. Исследования керна, безусловно, дают объективные результаты, но для проведения исследований требуется время, которое может быть упущено при принятии решения первоочередных геологических задач на буровой. Кроме того, керн отбирается далеко не из всех скважин. Возможность в дальнейшем использовать для интерпретации материала данные по шламу (при отсутствии керна) остается спорной, но нижеприведенные примеры показывают, что такая перспектива реальна.

*Выявление связи нефтенасыщения с определенными фациями в разрезе.* Проведение литолого-фациальных и петромагнитных исследований керна в девяти скважинах Ковалевского месторождения показало, что формирование отложений верхней части пород бобриковского горизонта очевидно происходило в условиях замкнутого водоема, периодически возобновляющего связь с морем. Эпизодически, когда море слегка отступало на дне водоема начинал откладываться глинисто углистый материал. В периоды закрытого водоема поднятый волнениями илистый материал отлагался на дне водоема в виде линз и тонких прослоев. Неравномерное распределение такого материала говорит о слабом волновом перемещении осадка. В верхних слоях бобриковского горизонта лагунные отложения сменяются заболоченно лагунными, появляется диагенетический пирит, в большом количестве распространенный в песчаных осадках, и прослойки каменного угля. Самые поздние отложения бобриковского горизонта показывают, что на какое-то время снова была восстановлена связь с морем, отложения становятся похожи на прибрежно морские. Мощность «лагунных» отложений изменчива, в 1 скважине они отсутствуют вообще. Нижняя часть пород бобриковского горизонта сложена чистым морским хорошо отмывтым мономинеральным кварцевым песчаником. Его мощность постоянна. Параллельно с исследованиями керна шло изучение шлама. Были выяснены различия между шламом лагунных и морских отложений. «Морской» шлам белый, хорошо отмывтый, сложен хорошо окатанным и сортированным материалом, в нем практически нет посторонних примесей, «лагунный» шлам загрязнен глинисто-углистыми частичками, в нем встречается значительное количество тонкораспыленного пирита, окатанность и сортировка материала несколько хуже. Сопоставление петромагнитных и литологических признаков послужило основой для построения схемы корреляции между скважинами Ковалевского месторождения. По анализу поведения кривых капшы и термокаппы в разрезах каждой из скважин были выделены петромагнитные ритмы, четко коррелируемые между собой по совокупности петромагнитной ритмики и литологическим признакам. Анализ данных петромагнитных исследований каменного материала показывает, что по поведению кривых термокаппы, фиксирующих количество пирита, переходящего в магнетит и приобретающего магнитные свойства при нагревании в муфельной печи, можно достаточно уверенно с высокой долей вероятности узнавать в разрезе прослойки морских песчаников среди лагунных отложений. Замечено, что нефтенасыщение связано исключительно с прослоями морских песчаников в лагунной части разреза. При сопоставлении данных петромагнитных, литолого-фациальных и геофизических исследований скважин, были сделаны выводы о наличии в разрезе не одного пласта В2, как полагали ранее, а двух отдельных нефтенасыщенных пропластков с собственными водонефтяными контактами. Стало понятно почему пласт быстро обводнялся, было рекомендовано сменить систему разработки пласта. Ключевым вопросом в проведенных на Ковалевском месторождении исследованиях, явился вопрос выявленной связи нефтенасыщения пород с генетическим типом отложений. Не пытаясь ответить на него однозначно в рамках этой работы, мы вынуждены констатировать факт – петромагнитные и литологические методы исследования шлама в этом случае великолепно сработали, а экспрессность анализа стала дополнительным плюсом при принятии решения непосредственно на буровой.

*Выделение зоны ВНК по шламу.* После прочтения нескольких статей Н.М. Недоливко [1, 2] мы решили проверить на уже построенных нами ранее по шламу схемах корреляции некоторых месторождений Самарской области, насколько возможно проследить зону ВНК по петромагнитным параметрам. Образование тонкодисперсного пирита в зоне ВНК неизбежно должно было отразиться на поведении кривой термокаппы в одной-двух точках. Теоретическая закономерность получила свое подтверждение. Выделение зоны ВНК хорошо прослеживается по увеличению прироста магнитной восприимчивости (термокаппы) в интервалах, в которых значения магнитной восприимчивости (каппы) слабо изменяются или остаются на прежнем уровне. Следует отметить, что водонефтяной контакт на нескольких нами исследованных скважинах различных месторождений отбивается по петромагнитным данным неоднозначно, а именно: современное положение водонефтяного контакта во всех случаях обозначается резким пиком по термокаппе, но одновременно с этим пиком ниже по разрезу могут присутствовать еще несколько чуть менее выраженных, но также хорошо узнаваемых пика повышенных показаний термокаппы. Предполагаем, что в этих случаях аппаратура зафиксировала положение древнего ВНК. Одновременно с повышением значений термокаппы в подобных интервалах фиксируется образование твердого битума, растворение, замещение обломков, образование сульфатов, меняется морфология пор, они становятся более извилистыми и сложными, что свидетельствует об определенной направленности эволюции пустотно-порового пространства в переходной зоне ВНК.

Резюмируя вышесказанное, можно сделать выводы о том, что выявленные закономерности могут послужить хорошим подспорьем для геологической службы всех рангов, но особо они актуальны во время бурения каждой скважины, именно тогда, когда требуется принятие решения по многим сложным геологическим вопросам. Поэтому, мы предлагаем часть исследований проводить на буровой в режиме онлайн. Рабочий персонал станции ГТИ не всегда обладает достаточными навыками правильного определения литологии вскрываемых толщ. Неправильно определенный литотип, неверно построенная литологическая колонка, неграмотно отобраный шлам сделают исследования онлайн полностью бесполезными. С помощью петромагнитных методов исследования можно определить качество шлама, сопоставляя между собой данные уже пробуренных скважин. Считаем, что в состав партии ГТИ должен входить дополнительно один человек. Это обусловлено еще

и тем, что проведение петромагнитных исследований требует времени, которого у геолога станции ГТИ при бурении на высоких скоростях просто нет. Нет и определенных компетенций. Допускаем, что после проведения опытных работ и разработки инструкций, петромагнитный замер капнометром может делать полевой геолог. В этом случае нагрев образцов следует делать в лаборатории. Мы предлагаем:

- В состав партии ГТИ включить дополнительно одного геолога.
- Проводить замеры магнитной восприимчивости непосредственно во время бурения в режиме реального времени.
- Проводить замеры магнитной восприимчивости после нагрева (термокапшы) в лабораторных условиях.
- Подключиться к имеющимся системам мониторинга на буровой и анализировать ежесуточные сводки партии ГТИ для оценки факторов, влияющих на качество шлама.

#### Литература

1. Недолишко Н.М. Минеральные индикаторы стадийного и наложенного эпигенеза в песчаниках юго-востока Нюрольской впадины // Нефтегазовому образованию в Сибири – 50 лет: Труды Междунар. конф. – Томск, 2002. – С. 84–90.
2. Недолишко Н.М. Эволюция пустотно-порового пространства в зонах водонефтяных контактов // Известия ТПУ, 2010. – №1–Т. 316. – С. 99–107.

### УТОЧНЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ МАЛИНОВСКОЙ И БОБРИКОВСКОЙ ЗАЛЕЖЕЙ ШЕРШНЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕЗУЛЬТАТОВ ГИС

Я.С. Лигинькова

Научный руководитель доцент С.Н. Кривошеков

*Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь, Россия*

Для Шершневого месторождения был произведен анализ текущего состояния разработки и параметры работы скважин, по которым было выявлено несоответствие между данными разработки и фактическими данными по добыче. Такое же несоответствие прослеживается в гидродинамической модели. По данным исследования керна, ГИС и их интерпретации, было произведено уточнение геологического строения залежей. Полученные изменения легли в основу построения новой гидродинамической модели, которая отражает реальные скважинные данные.

**Ключевые слова:** гидродинамическая модель, актуализация, ГИС, характеристика вытеснения.

Шершневое месторождение расположено в Усольском районе Пермского края и было открыто в 2000 году. На данный момент месторождение находится на второй стадии разработки.

По данным ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» на данный момент на малиновском объекте отбор от начальных извлекаемых запасов составляет 85% [1]. При этом скважины объекта характеризуется высокими дебитами и пластовым давлением. Оценить реальную работу малиновского пласта затруднительно, так как 3 из 5 скважин работают совместно с бобриковским пластом.

Для уточнения параметров работы пласта был произведен анализ разработки, данных геофизических исследований скважин, керна и промысловых данных.

Анализируя график разработки объекта, можно отметить отсутствие существенного снижения пластового давления, закономерного для пластов, разрабатываемых без систем поддержания пластового давления. Также скважины №№ 63 и 104, по которым можно оценить реальную работу малиновского пласта, работают с высокими дебитами и низким процентом обводненности.

Для малиновского и бобриковского пластов был проведен анализ энергетического состояния, по которому отмечается стабилизация давления как для скважин №№63 и 104 пласта Мл, так и по скважинам, работающим на пласты Мл и Бб. В целом отмечается схожесть динамики изменения пластового давления. Это может указывать на наличие гидродинамической связи между бобриковским и малиновским пластами, которая проявляется за счет перетока флюида между пластами.

Для определения возможности наличия гидродинамической связи и перетока флюида было произведено сравнение запасов, подсчитанных объемным методом и с помощью характеристик вытеснения. Для анализа была взята скважина №63, эксплуатирующая пласт Мл.

Для сравнения были подсчитаны запасы при помощи объемного метода по формуле (1).

$$Q_{изв.н.} = F \cdot h_{эф.н} \cdot k_{о.п} \cdot k_n \cdot \rho_n \cdot \Theta \cdot \eta. \quad (1)$$

Извлекаемые запасы для скважины №63 составили 85,9 тыс. т. При этом по состоянию на декабрь 2016 г. накопленная добыча нефти составляет 88,7 т, что превышает извлекаемые запасы, подсчитанные объемным методом.

Также объем  $Q_{изв.н.}$  по характеристикам вытеснения были рассчитаны с помощью программы Анализ3. Из 7 характеристик вытеснения, предлагаемых программой для оценки извлекаемых запасов, была использована характеристика Камбарова (1974):

$$Q_n = a - b/Q_{ж}$$

При расчете были заданы свойства нефти, такие как: плотность и объемный коэффициент, накопленная добыча нефти и воды. Зависимости были рассчитаны по аргументу  $Q$  воды. По результатам вычислений, объем извлекаемых запасов по скважине составил 142,58 тыс. т.

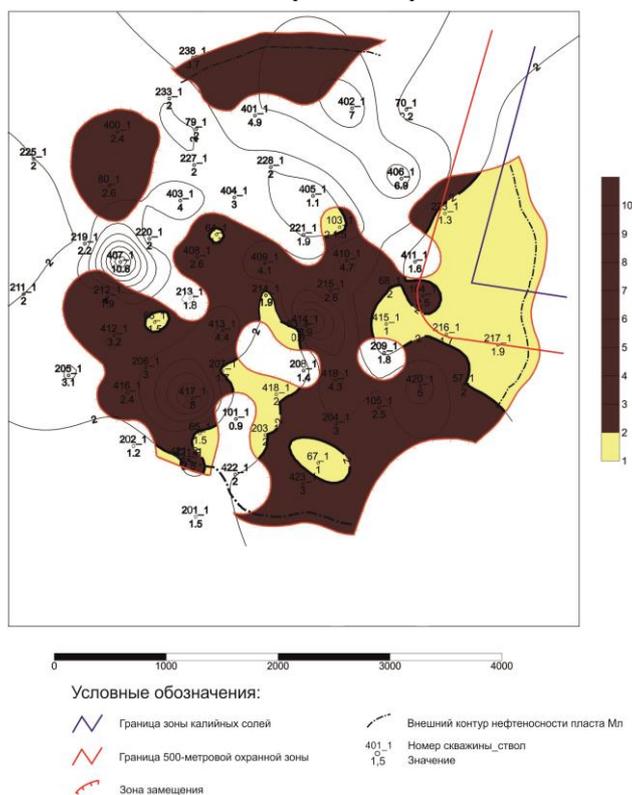
## СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Таким образом, отмечается несоответствие между текущей накопленной добычей и значениями запасов, рассчитанных объемным методом, а при сравнении двух методик расчёта наблюдается значительное превышение запасов, определенных при помощи характеристик вытеснения. Такое различие между запасами может говорить о возможности перетока жидкости из бобриковского пласта в малиновский.

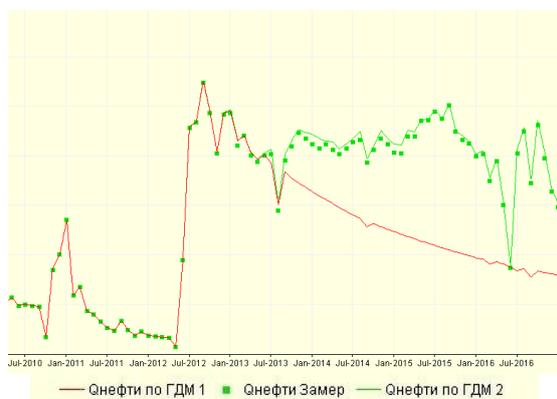
По данным исследования керна, флюидоупоры представлены алевролитоглинистыми породами, характеризующимися низкой удерживающей способностью. На основании комплекса ГИС по кривым ПС, ГК и кавернограммы были определены толщины покрышки между бобриковским и малиновским объектами [2]. В анализ были включены все скважины, вскрывающие малиновские отложения. В результате была построена карта толщин флюидоупора между малиновским и бобриковским пластами (рис. 1).

На карте можно выделить участки с толщиной покрышки менее 2 м. В этих зонах, с учетом их литологического состава, возможен переток флюида между пластами.

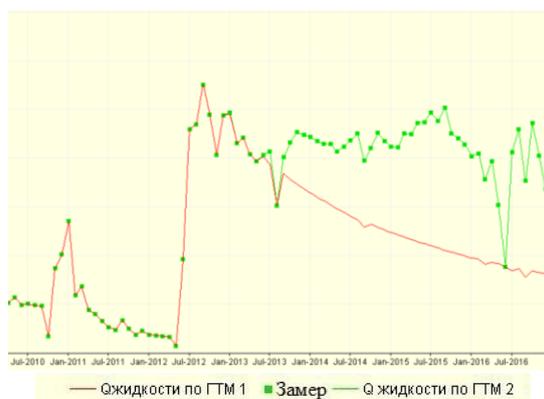
В программе Tempest MORE была создана модель пластов Тл, Бб и Мл Шершневого месторождения с учетом полученных результатов исследований. Изменения были нанесены на модель, построенную по промысловым данным без каких-либо модификаций. На модель были нанесены ячейки коллектора в зоне вероятной сообщаемости пластов по полученной карте толщин флюидоупора. В результате были получены данные по добыче нефти (рис. 2), жидкости (рис. 3), пластовым и забойным давлениям, отражающие реальные данные.



**Рис. 1 Карта толщин флюидоупора между пластами Бб и Мл Шершневого месторождения**



**Рис. 2 График изменения месячной добычи нефти скв. №63. Сравнение показателей ГДМ 1, ГДМ 2 и фактических замеров**



**Рис. 3 График изменения месячной добычи жидкости скв. №63. Сравнение показателей ГДМ 1, ГДМ 2 и фактических замеров**

В результате работы были вывалены: зависимость между изменением давления между объектами; несоответствие запасов на скважину при подсчете различными методами; наличие потенциально пропускающих маломощных участков между пластами Мл и Бб. При помощи полученных данных была актуализирована модель месторождения, которая отразила реальные данные по скважинам Мл объекта. Полученная гидродинамическая модель позволит более качественно проектировать геолого-технические мероприятия и прогнозировать их результаты.

Литература

1. Отчет по мониторингу разработки месторождений ЦДНГ-11 ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ». Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг «ПермНИПИнефть». – Пермь, 2017.
2. Косков В.Н., Косков Б.В. Геофизические исследования скважин и интерпретация данных ГИС: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. – 317 с.

**СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ГЕНЕРАЦИИ  
УГЛЕВОДОРОДОВ В НИЖНЕСРЕДНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ УСТЬ-ТЫМСКОЙ  
МЕГАВПАДИНЫ**

**О.А. Локтионова**

Научный руководитель доцент Л.М. Калинина  
*Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия*

Территория исследования расположена на юге Западной Сибири на северо-востоке Томской области. В тектоническом плане центральную часть территории занимает отрицательная структура I порядка – Усть-Тымская мегавпадина, которая на северо-западе и северо-востоке граничит с положительными структурами 0 порядка – Обь-Васюганской и Куржинской грядами, на юге с положительной структурой I порядка – Парабельским наклонным мегавалом [1]. По схеме нефтегазогеологического районирования территория исследования относится к Васюганской и Пайдугинской нефтегазоносным областям.

В последнее время в связи с сокращением фонда антиклинальных ловушек в хорошо изученных верхнеюрских отложениях большое внимание уделяется наименее изученным глубоководным осадочным комплексам, с которыми связывают перспективы открытия новых месторождений углеводородов (УВ). Таким образом, проведение комплексного анализа геологического строения и определение перспектив нефтегазоносности базальных горизонтов юры весьма актуально.

Целью работы является детальный анализ геологического строения, установление времени формирования потенциальных ловушек УВ и моделирование процессов генерации в Усть-Тымском очаге нефтегазообразования.

В работе использовались данные по сейсмическим временным профилям МОГТ общей протяженностью 2214 км, данные глубокого бурения и ГИС по 103 скважинам, результаты испытаний, данные пиролиза по 7 скважинам, карты отражательной способности витринита и современных  $S_{орг}$ .

При определении времени формирования положительных структур в геттанг-ааленском комплексе использовался «метод мощностей» [1, 3], построения проводились в программном пакете «W-Seis». Подходы, используемые в данной работе для определения процессов генерации, основаны на моделировании кинетики преобразования нерастворимой части рассеянного органического вещества [5, 6], вычислительные эксперименты проводились в программном комплексе Temis 3D 2008.

На территории исследования интерес представляет геттанг-ааленский комплекс, который характеризуется наличием коллекторов, флюидоупоров и нефтематеринской тогурской свиты, что дает возможность рассматривать его как самостоятельный нефтегазоносный комплекс.

Район исследования расположен в Обь-Тазовской и Обь-Иртышской структурно-фациальных областях. Отложения геттанг-ааленского комплекса получили распространение практически на всей территории исследования, отсутствуют на наиболее возвышенных участках, соответствующих выходам доюрского фундамента. Комплекс несогласно залегает на породах доюрского основания, в кровле ограничен углисто-глинистой пачкой  $U_{10}$  нижней подсвиты томенской свиты.

В составе геттанг-ааленских отложений рассматривается три комплекса.

*Геттанг-раннетогурский комплекс* представлен отложениями урманской свиты, которая на территории исследования делится на три подсвиты: нижняя представлена в основном песчаниками, средняя – темно-серыми аргиллитами, верхняя – серыми песчаниками [4]). Имеет небольшое по площади распространение, занимает только наиболее депрессионные участки, содержит песчаные пласты Ю<sub>16-17</sub> и тогурскую свиту, сложенную черными тонкослоистыми битуминозными аргиллитами. По площади распространения незначительно превышает урманскую, является флюидоупором.

*Тогур-раннеааленский комплекс* – представлен пешковской (салатской) свитой, которая сложена темно-серыми от средне- до крупнозернистых песчаниками с прослоями аргиллитов, содержит песчаный пласт Ю<sub>15</sub>, в кровельной части содержит углисто-глинистый пласт  $U_{14}$  или глинистую радомскую пачку (которые могут выполнять роль флюидоупора). Значительно превышает площадь распространения тогурской свиты.

*Ааленский комплекс* представлен нижнетогурской подсвитой, которая сложена песчаниками и алевролитами, содержит группу песчаных пластов Ю<sub>11-14</sub>, чередующихся с углисто-глинистыми пачками  $U_{11-13}$ , в кровле залегает угольный пласт  $U_{10}$  (является флюидоупором), представлена практически на всей территории исследования.

## СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

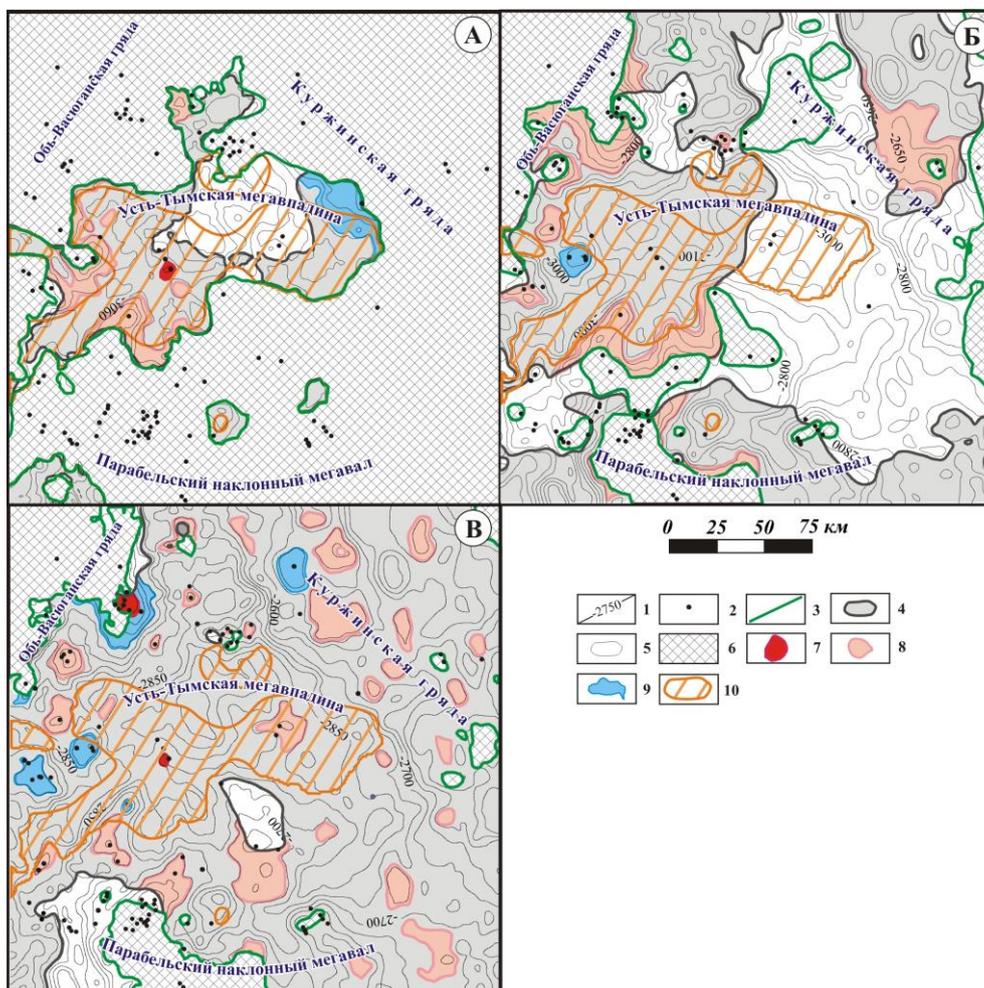
Была прослежена динамика изменения во времени рельефа кровли геттанг-ааленского комплекса ( $Y_{10}$ ) на время формирования основных сейсмических реперов и современный структурный план, что является важным этапом в определении перспектив нефтегазоносности. Современные положительные структуры были унаследованы от палеорельефа фундамента, активно развивались в юре, окончательно сформировались в кайнозое.

В геттанг-ааленских отложениях с использованием структурных поверхностей, карт эффективных толщин песчаных пластов по данным испытаний были открыты залежи УВ и определены водоносные объекты, неиспытанные объекты были отнесены к категории перспективных (рис.).

Для количественной оценки нефтегазоносности методом сравнительного геологического анализа была проведена оценка ресурсов категории  $D_0$ , с учетом «коэффициент успешности» суммарные геологические ресурсы категории  $D_0$  нефти геттанг-ааленского комплекса составили 105 млн. т, суммарные извлекаемые ресурсы – 24 млн. т.

Для более полной оценки перспектив нефтегазоносности были определены масштабы генерации и время нахождения нефтематеринской толщи в главной зоне нефтеобразования, чтобы подтвердить возможность образования залежей УВ.

В геттанг-ааленском комплексе за основной источник углеводородов принимается тогурская свита [2], она содержит неоднородное по составу рассеянное органическое вещество: смешанное и аквагенное. Аквагенному ОВ соответствует кероген II типа, смешанному – кероген III типа. Тогурская свита начала входить в главную зону нефтеобразования 115-110 млн. лет назад и остается в ней по настоящее время. Генерация жидких УВ II типа керогена началась примерно 110 млн. лет назад, для III – 90 млн. лет. Общие объемы жидких УВ составили 8,53 млн. т для керогена II типа и 1,74 млн. т – для III. При сравнении подсчитанных ресурсов нефти категории  $D_0$  в ловушках геттанг-ааленского комплекса с объемами сгенерированных УВ, сделан вывод, что последних явно недостаточно для формирования залежей во всех выделенных объектах (рис. 1).



**Рис. 1** Прогнозные карты нефтегазоносности комплексов: А – геттанг-раннеааленского (Ю<sub>16-17</sub>), Б – раннеааленского (Ю<sub>15</sub>), В – ааленского (Ю<sub>11-14</sub>):

- 1 – изогипсы, м; 2 – скважины; 3 – граница распространения отложений; 4 – зона распространения коллекторов; 5 – зона отсутствия коллекторов; 6 – выступы доюрского фундамента; 7 – залежи углеводородов; 8 – перспективные объекты; 9 – водоносные объекты по результатам испытаний; 10 – зона генерации жидких УВ

Литература

1. Конторович В.А. Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН. Филиал «ГЕО», 2002. – 253 с.
2. Костырева Е.А., Москвин В.И., Ян П.А. Геохимия органического вещества и нефтегенерационный потенциал нижнеюрской тогурской свиты (юго-восток Западной Сибири) // Нефтегазовая геология. Теория и практика: электрон. науч. журнал, 2014. – Т. 9. – № 1. – С. 1–15.
3. Методика палеотектонического анализа при нефтепоисковых работах / В.М. Мухин, А.Т. Колотухин-Никитенко, В.П. Девятов и др. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2000. – Саратов: Изд-во «Наука», 2001. – 71 с.
4. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Юрская система / Б.Н. Шурыгин, Б.Л. Никитенко, В.П. Девятов, В.И. Ильина, С.В. Меледина, Е.А. Гайдебурова, О.С. Дзюба, А.М. Казаков, Н.К. Моргуева. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2000. – 335 с.
5. Abelson P.H. Organic geochemistry and the formation of petroleum / 6th World Pet. Congr, 1963. – V.1. – С. 431–455.
6. Tissot B.P., Welte D.H. Petroleum formation and occurrence: 2d ed. – Berlin: Springer-Verlag, 1984. – 414 с.

**ОЦЕНКА МЕХАНИЧЕСКОЙ НАРУШЕННОСТИ ЗЕМЕЛЬ НА ВЕРХ-ТАРСКОМ НЕФТЯНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ**

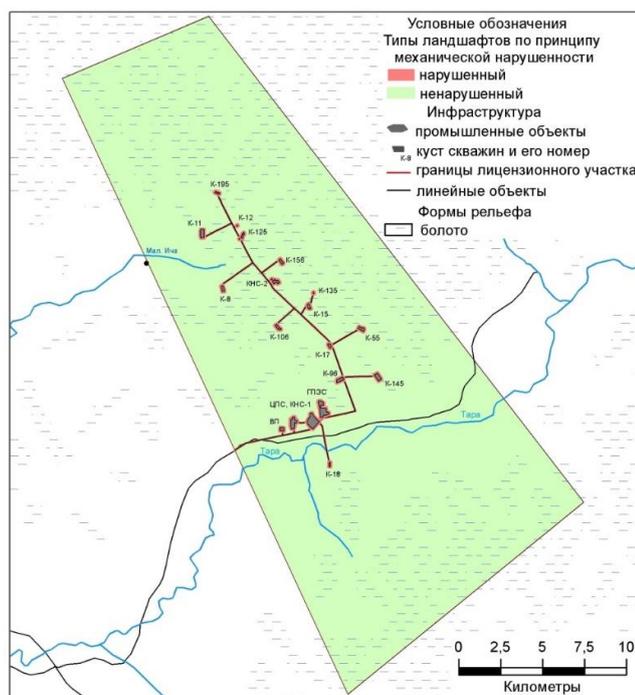
**С.П. Лопатина**

Научный руководитель старший преподаватель Е.П. Янкович

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Развитие нефтегазодобывающей отрасли сопровождается интенсивным воздействием на природную среду. Степень негативного воздействия зависит от масштабов и продолжительности эксплуатации залежей углеводородов [4]. К основным факторам трансформации природной среды в районах организации геологической разведки и добычи углеводородного сырья относятся: изъятие обширных площадей, изменение рельефа местности, изменение почв, изменение гидрогеологических и геохимических условий [5].

Верх-Тарское нефтяное месторождение является самым крупным нефтяным месторождением в Новосибирской области. Административно месторождение относится к Северному району Новосибирской области. Верх-Тарское месторождение, расположенное на южной окраине самого крупного в мире болота – Васюганского, было открыто в 1970 г. Около 80% его площади покрывают заболоченные участки и открытые болота [1]. Нефтяная залежь приурочена к верхнеюрским отложениям (пласт Ю<sub>1</sub><sup>1+2</sup>), пласт на данном участке вскрыт всеми скважинами. Общий фонд скважин на изучаемом месторождении составляет 73 скважины, из которых: поисковых – 1, разведочных – 19 и эксплуатационных – 53. В 1994 г. месторождение введено в разработку путем периодической эксплуатации разведочных скважин с последующим вывозом нефти автоцистернами. В 2000 г. здесь начато эксплуатационное бурение. Геологические запасы нефти составляют 50,1 млн. тонн, а извлекаемые – 24,5 млн. тонн, из которых к настоящему времени извлечено 14 млн. тонн [2, 3].



**Рис. 1** Схема механической нарушенности земель лицензионного участка Верх-Тарского нефтяного месторождения

## СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Экологические последствия воздействия Верх-Тарского нефтяного месторождения на природную среду на всех этапах (разведочном, строительном и эксплуатационном) связаны с отчуждением значительных площадей земельных ресурсов и механической нарушенностью ландшафтов. Постройка дорог, трубопроводов, разработка кустов скважин и других технических объектов при эксплуатации месторождения приводят к нарушению ландшафтов местности, увеличивая масштабы воздействия на природные компоненты, делая процесс самовосстановления невозможным. Изменяется гидрологический режим болотного стока, что приводит к повышению обводнения. По фондовым данным земельные отводы под линейные сооружения на месторождении значительно превосходят отводы под площадные: кустовые площадки – 30,48 га, вахтовый поселок – 0,5 га, автодороги – 88,6 га, ЛЭП и нефтепровод – 35,8 га.

В настоящее время на месторождении источниками загрязнения природной среды являются следующие объекты: кустовые площадки с эксплуатационными скважинами на нефть; одиночные скважины на нефть; площадка центрального пункта сбора нефти (ЦПСН); площадка установки предварительного сброса воды (УПСВ); напорный нефтепровод до НПС «Барабинская» (длина в пределах месторождения – 8,4 км); карьеры и участок захоронения буровых отходов; полигон промышленных и твердых бытовых отходов; трассы коридоров коммуникаций (нефтепроводы, водоводы) [3].

Наша задача состояла в выделении типов ландшафтов, по принципу механической нарушенности, земель, в пределах лицензионного участка Верх-Тарского нефтяного месторождения с использованием космоснимка и отображении полученной информации на схеме.

Для создания схемы механической нарушенности земель нами использован космоснимок [6], топографическая основа на Новосибирскую область. Космоснимок и топографическая основа были совмещены в системе ArcGIS, на основе космического снимка выделены техногенные объекты: кустовые площадки, вахтовый поселок и прочие площадные объекты, дороги, линии электропередач, нефтепровод. Затем создана схема механической нарушенности лицензионного участка Верх-Тарского нефтяного месторождения (рис. 1) и проведена оценка площади механически нарушенных земель, которая составила 9 км<sup>2</sup>. Общая площадь лицензионного участка составляет 498 км<sup>2</sup> [3], из которых 364 км<sup>2</sup> занимают болота.

Таким образом, механически нарушенные земли на лицензионном участке Верх-Тарского нефтяного месторождения занимают 6,7 % от общей площади лицензионного участка без учета площади болот. Изучаемую территорию можно отнести к территориям с удовлетворительной обстановкой природной среды.

### Литература

1. Запывалов Н.П., Братеньков А.А. Верх-Тарская нефть не умирает. Нефть и газ Сибири. – Новосибирск: Наука, 2015. – № 1. – С. 44 – 45.
2. Запывалов Н.П. Новосибирская нефть-2010 как зеркало российской «нефтянки». Эко: всероссийский экономический журнал. – Новосибирск: Наука, 2010. – №9. – С. 31–49.
3. История новосибирской нефти. Новосибирскнефтегаз: 1994-2009. – Новосибирск: Изд.-во Приобские ведомости, 2009. – 144 с.
4. Полозов М.Б. Экология нефтегазодобывающего комплекса. – Ижевск: Изд.-во Удмуртский университет, 2012. – 174 с.
5. Трофимов В.Т. Геологическое пространство как экологический ресурс и его трансформация под влиянием техногенеза / В.Т. Трофимов, Н.Д. Хачинская, Л.А. Цуканова, В.А. Королев, И.Ю. Григорьева, М.А. Харькина; под ред. В.Т. Трофимова. – М.: Изд.-во Академическая наука – Геомаркетинг, 2014. – 566 с.
6. Картографические данные. [Электронный ресурс] URL: <https://bestmaps.ru/map/google/>

### ФИЗИКО-ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКТИВНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ, ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД И ПОКРЫШЕК ЗОЛОТУХИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ПРИПЯТСКИЙ ПРОГИБ, РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ)

А.А. Лопушко

Научный руководитель старший преподаватель Т.А. Мележ  
Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, г. Гомель, Республика Беларусь

Золотухинское месторождение расположено в западной части Малодушинской зоны нефтегазонакопления, где промышленно-нефтеносными являются межсолевые (петриковские, елецкие, задонские) и подсолевые (воронежские, семилукские, саргаевские) отложения. Испытания евлановских, старооскольских, витебско-пярусских, наровских, протерозойских и архейских отложений притоков пластового флюида не дали. Из ланских отложений получены притоки пластовой воды.

Таблица 1

Характеристика толщин продуктивных горизонтов Золотухинского месторождения

Толщина	Наименование	Горизонты		
		саргаевский	семилукский	воронежский
		по пласту в целом	по пласту в целом	по пласту в целом

Общая	Средняя, м	22,2	22,0	26,1
	Коэффициент вариации, доли ед.	0,31	0,20	0,08
	Интервал изменения, м	8,2-28,5	7,2-27,3	22,2-31,8
Нефтенасыщенная	Средняя, м	5,05	12,54	9,62
	Коэффициент вариации, доли ед.	0,71	0,35	0,56
	Интервал изменения, м	1-14,7	1,3-22	0,8-17,3
Водонасыщенная	Средняя, м	0,20	0,42	0,03
	Коэффициент вариации, доли ед.	-	-	-
	Интервал изменения, м	0-0,3	0-14,8	0-1,3

**Залежь нефти воронежских отложений.** Коллекторами нефти являются кавернозные, пористые, трещиноватые доломиты и известняки. Емкостные характеристики определялись лабораторным путём и по результатам ГИС [1]. По методу Преображенского в интервалах пород-коллекторов было исследовано 97 образцов, на основании чего средняя открытая пористость принята равной 1,8 %.

Пористость, по геофизическим исследованиям скважин, изменяется в пределах от 4 % до 10%, нефтенасыщенность соответственно от 77 % до 96 %. Нефтенасыщенные толщины варьируют от 0,8 м до 17,3 м. Среднее значение коэффициента доли коллекторов составляет 0,43, коэффициент расчленённости 2,0. Проницаемость пластов-коллекторов по гидродинамическим исследованиям составляет 0,077 Д (таблицы 1 и 2).

Тип коллектора каверново-порово-трещинный.

**Залежь нефти семилукского горизонта.** Коллекторами нефти являются доломиты пористые, с вертикальными трещинами и многочисленными кавернами.

По методу Преображенского в интервалах пород-коллекторов было исследовано 54 образца, на основании чего средняя открытая пористость принята равной 1,5%. Пористость по геофизическим исследованиям скважин изменяется в пределах от 3% до 12%, нефтенасыщенность соответственно от 74% до 92% [1]. Нефтенасыщенные толщины варьируют от 1,3 м до 22 м. Среднее значение коэффициента доли коллекторов составляет 0,56, коэффициент расчленённости 1,86. Проницаемость пластов-коллекторов по гидродинамическим исследованиям составляет 0,023 Д.

Тип коллектора каверново-порово-трещинный.

**Залежь нефти саргаевского горизонта.** Коллекторами нефти являются кавернозные, трещиноватые доломиты и известняки. Продуктивные отложения приурочены к ведричским слоям. По лабораторным исследованиям керн (15 образцов) величина открытой пористости составила 1,9%. Пористость по геофизическим исследованиям скважин изменяется от 4% до 7%, нефтенасыщенность соответственно от 82% до 89% [1]. Нефтенасыщенные толщины варьируют от 1,0 м до 10,1 м. Выделяются два участка распространения коллекторов: центральный и восточный. Среднее значение коэффициента доли коллекторов составляет 0,23, коэффициент расчленённости 2,68. Проницаемость пластов-коллекторов по гидродинамическим исследованиям составляет 0,088 Д (таблицы 1 и 2).

Тип коллектора каверново-порово-трещинный.

Таблица 2

**Характеристика коллекторских свойств и нефтенасыщенности продуктивных отложений Золотухинского месторождения**

Метод определения	Наименование	Горизонты	Проницаемость, мкм <sup>2</sup>	Пористость, доли ед.	Начальная нефтенасыщенность, доли ед.
Лабораторные исследования	Среднее значение	саргаевский		0,019	
		семилукский		0,015	
		воронежский		0,0179	
Геофизические исследования скважин	Среднее значение	саргаевский		0,06	0,82
		семилукский		0,092	0,78
		воронежский		0,07	0,85
Гидродинамические исследования скважин	Среднее значение	саргаевский	0,0888		
		семилукский	0,0225		
		воронежский	0,0769		

Сопоставляя выделенные по Геофизическим исследованиям скважин интервалы коллекторов с интервалами испытаний, следует, что притоки получены из ведричских отложений. Наличие нефтяных коллекторов в сарьянских отложениях результатами испытаний не подтверждается [1].

Анализируя карты эффективных толщин по площади, следует сделать вывод о том, что максимальные значения их приурочены к сводовым частям залежей и уменьшаются в северо-восточном направлении. В направлении простирания регионального разлома отмечается ритмичная смена значений величин эффективных толщин с меньшей на большую и обратно.

**Петриковско-елецко-законская залежь.** Коллекторами нефти межсолевой залежи являются трещиноватые глинистые известняки с вторичными расширениями (кавернами) по ходу трещин. Преобладает вертикальная трещиноватость.

По геофизическим исследованиям скважин трещинная составляющая не выделяется, а также не проводились лабораторные исследования керна, поэтому статистическая характеристика петриковско-елецко-законского коллектора не приводится (таблицы 1 и 2).

Тип коллектора трещинный.

Процессы разработки и эксплуатации нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений тесно связаны с физическими и химическими свойствами пород-коллекторов. Оценить запасы нефти и газа сложно, если не оперировать такими понятиями как пористость, нефтенасыщенность, газонасыщенность. Бурение, выбор способа эксплуатации, выбор методов интенсификации добычи, выбор методов повышения коэффициента извлечения нефти и газа в какой-то степени зависит от свойств горных пород-коллекторов и их поведения при различных воздействиях. Изучению пород-коллекторов и процессов движения через них жидких и газообразных флюидов также придется большое значение в связи с поисками и разведкой нефтяных и газовых месторождений [4]/

#### Литература

1. Латышева М.Г. Практическое руководство по интерпретации данных ГИС. – М.: Недра, 2007. – 352 с.
2. Майдебор В.Н. Особенности разработки нефтяных месторождений с трещиноватыми коллекторами. – М.: Недра, 1980. – 228 с.
3. Махнач А.С. и др. Геология Беларуси: учебн. для вузов / А.С. Махнач, Р.Г. Гарецкий, А.В. Матвеев. Под общей редакцией А.С. Махнача. – Мн.: Ин-т геол. Наук НАН Беларуси, 2001. – 815 с.
4. Ханин А.А. Основы учения о породах-коллекторах нефти и газа. – М.: Недра, 1965. – 360 с.

### **ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ КАРАСЕВСКОЙ ГРУППЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

**М.Ю. Любимова**

Научный руководитель доцент Л.А. Краснощекова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Карасевская группа нефтяных месторождений включает в себя Западно-Карасевское, Северо-Карасевское и Карасевское месторождения. В административном отношении месторождения расположены в Каргасокском районе на западе Томской области. В геолого-тектоническом отношении приурочены к южной части Каймысовского свода – одной из крупных положительных структур юго-восточной части Западно-Сибирской плиты.

Промышленная нефтеносность района связана с горизонтом Ю<sub>1</sub> (пласты Ю<sub>1</sub><sup>1+2</sup>, Ю<sub>1</sub><sup>М</sup> и Ю<sub>1</sub><sup>3</sup>) васюганской свиты верхней юры.

Литолого-фациальный анализ продуктивных отложений Карасевской группы месторождений проводился с целью выяснения обстановок осадконакопления и последующего построения литолого-фациальной модели месторождений. В работе использованы данные из опубликованных [1, 3] и фондовых материалов [2, 4] и результаты анализа керна из скважин, полученные в Лаборатории седиментологии ОАО «ТомскНИПИнефть».

Согласно принципиальной схеме расчленения отложений в составе верхневасюганской подсвиты выделяют три толщи: подугольную (регрессивную) – Ю<sub>1</sub><sup>4</sup> и Ю<sub>1</sub><sup>3</sup>, междуугольную (регрессивно-трансгрессивную) – Ю<sub>1</sub><sup>М</sup> и надугольную (трансгрессивную) – Ю<sub>1</sub><sup>1+2</sup> [1].

Подугольная толща имеет повсеместное распространение, залегает на морских глинах нижневасюганской подсвиты и перекрывается отложениями междуугольной толщи. В разрезе подугольной толщи выделены продуктивные пласты Ю<sub>1</sub><sup>3</sup> и Ю<sub>1</sub><sup>4</sup>, общая толщина которых составляет 3,6-11,7 м. Литологически пласты представлены коричневатосерыми мелко-среднезернистыми песчаниками, среднесцементированными, с прослоями аргиллитов.

Выше по разрезу залегает междуугольная толща, в объеме которой между двумя угольными пластами выделяется продуктивный песчаный пласт Ю<sub>1</sub><sup>М</sup> толщиной до 5 м. Отложения пласт представлены светло-серыми песчаниками, мелкозернистыми, среднесцементированными, с включениями углистого детрита.

Надугольная толща залегает в верхней части горизонта Ю<sub>1</sub> и представлена пластами Ю<sub>1</sub><sup>2</sup> и Ю<sub>1</sub><sup>1</sup>. Во всех изученных скважинах данные пласты сложены, в основном, коричневатосерыми глинистыми, карбонатизированными.

Перекрывают надугольную толщу глинистые отложения георгиевской и баженовской свит.

По результатам исследования фациальных условий формирования верхнеюрских отложений, проведенных в Лаборатории седиментологии ОАО «ТомскНИПИнефть», установлено, что отложения подугольной толщи (пласты Ю<sub>1</sub><sup>3</sup> и Ю<sub>1</sub><sup>4</sup>) являются мелководно-морскими осадками предфронтальной зоны пляжа и переходной зоны (пласт Ю<sub>1</sub><sup>3</sup>). По скважинам соседних месторождений в аналогичных пластах наблюдается замещение пород предфронтальной и переходной зоны пляжа лагунными фациями вследствие возможной изоляции бассейна за счет развития фаций нижнего пляжа (месторождение Северо-Карасевское, скважины №№67Р и 69Р).

Пласт Ю<sub>1</sub><sup>М</sup> междуугольной толщи относится к конусу прорыва прибрежно-морской обстановки осадконакопления. В целом комплекс приливно-отливных фаций (характерных для пласта Ю<sub>1</sub><sup>М</sup> данного района) представляет собой тонкое частое мелкое переслаивание аргиллитов или глинистых алевролитов и тонкозернистых песчаников, могут встречаться углистые аргиллиты и углисто-глинистые алевролиты, мелкое и среднее переслаивание аргиллитов, алевролитов и углей. Соотношение этих пород определяется преимущественно удаленностью от

побережья: с удалением от берега в сторону суши количество влекомого приливной волной песчаного материала постепенно уменьшается вплоть до его почти полного исчезновения в зоне маршей. Для песчаников обычно характерна однонаправленная косая слоистость ряби течения, но иногда может наблюдаться слоистость ряби волнения, следы оползания и трещины синерезиса. Отмечается присутствие довольно крупного растительного детрита, как в песчаниках, так и в аргиллитах, скопления пирита, неявная биотурбация.

Отложения надугольной толщи (пласты Ю<sub>1</sub><sup>1</sup> и Ю<sub>1</sub><sup>2</sup>) относятся к дальней, предфронтальной, переходной зоне пляжа мелководно-морской обстановки осадконакопления. Все описанные обстановки наглядно представлены в керне скважины №6.

Завершает разрез верхней юры битуминозные аргиллиты баженовской свиты. Черные или буровато-черные плитчатые битуминозные аргиллиты баженовской свиты содержат редкие прослои карбонатов.

Отсутствие принципиальных различий верхневасюганских разрезов всех изученных скважин месторождений указывает на существование в позднеюрское время очень пологого барьерного побережья с предполагаемыми перепадами высот не более первых метров. Значительное обмеление юго-восточной части бассейна в оксфорде, появление в разрезе пластов угля, скорее всего, связано с местным подъемом дна бассейна [1].

Из общей картины выбиваются скважины 66П (рис. 1, а) и 60П с «аномальным» разрезом верхней юры. Уникальное песчаное тело, вскрытое скважиной 66П Северо-Карасёвской, представляет собой полифациальное образование, состоящее из 3-х песчаных пачек мелководно-морского (сверху и снизу) и условно дельтового (альтернативно – континентального) происхождения.

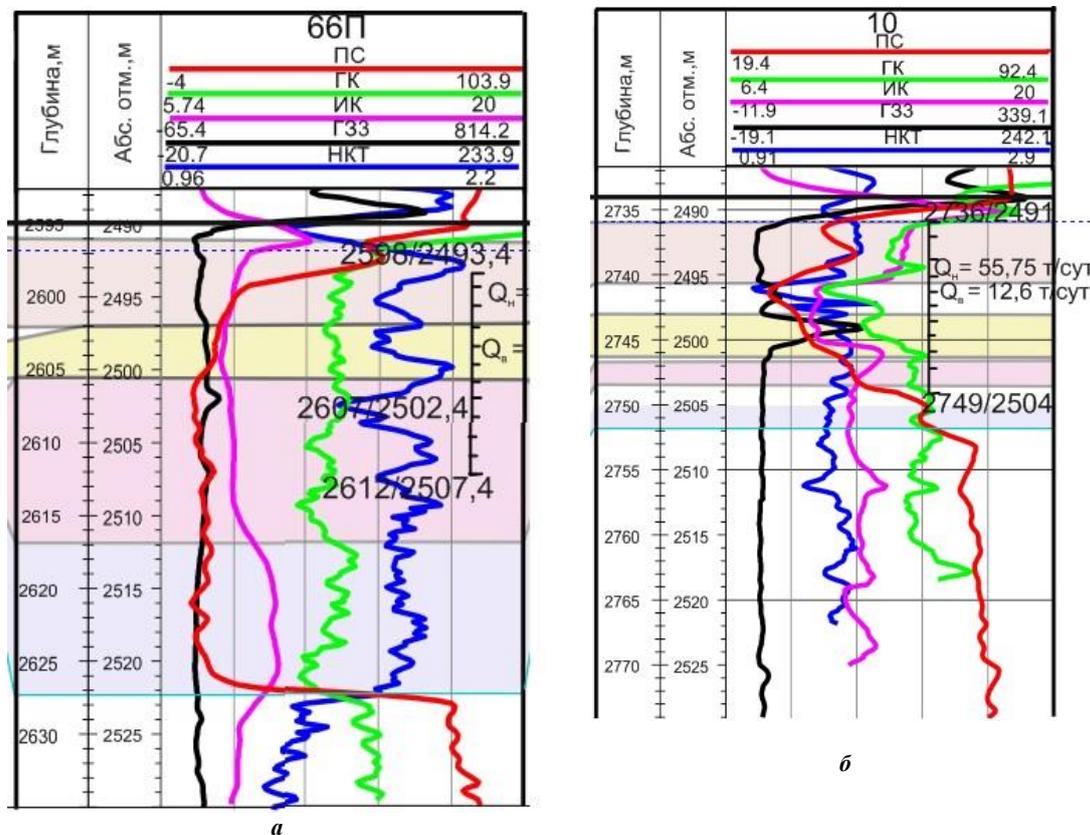


Рис. 1 Фрагменты геолого-геофизической характеристики скважин: а) – № 66П; б) – №10 Северо-Карасёвского месторождения

Близкий состав и гранулометрия песчаников не позволяют провести границы между пачками по скважинному каротажу, но текстурный анализ однозначно указывает на их различное происхождение. Из-за низкой охарактеризованности данной скважины керном точно обозначить границы между пачками не представляется возможным, однако установлены следующие особенности:

1. Нижняя пачка имеет смешанное происхождение, которое можно назвать как мелководно-морским, так и дельтовым. В скважине Северо-Карасёвской-66П песчаник нижней пачки формировался в условиях относительно быстрой регрессии моря, в результате чего наблюдается залегание песчаных осадков устьевых баров непосредственно на песчано-глинистом переслаивании нижневасюганской подсвиты. Это могло обусловить резкий перегиб в нижней части кривой ПС данного песчаного тела, что придало ей вид коробки, свойственной телам руслового происхождения.
2. На нижней пачке залегает песчаник руслового происхождения, что отчётливо диагностировалось по характерной однонаправленной косой слоистости течения. Возможные обстановки – русла дельтового рукава наземной части дельтовой равнины, меандрирующая река, промоины и/или крупные конусы прорыва.

3. Третья (верхняя) пачка имеет мелководно-морское происхождение и отличается выраженными биотурбационными текстурами. Условия её образования – бары на мелководье в условиях трансгрессии моря.
4. Данные результаты говорят о, как минимум, 2 разных типах разреза (прибрежно-морском и условно континентальном) горизонта Ю<sub>1</sub> с различным генезисом на данном участке. Для выявления природы происхождения и оконтуривания в плане геологических тел, различающихся по мощности и наличию песчаной фракции, применялись методики интерпретации сейсморазведочных данных: расчет наборов карт динамических атрибутов и карт сейсмофаций [2].

В результате анализа карт динамических атрибутов выявлена амплитудная аномалия типа «русло», имеющая довольно спрямленный характер в плане и располагающаяся вблизи скважин с аномальными толщинами (рис. 2). Для подтверждения этой гипотезы непосредственно в центр аномального разреза пробурена эксплуатационная скважина №10, для которой предполагаемая аномалия по форме ПС не подтвердилась (отсутствует характерная для русловых отложений «коробчатая» форма ПС (рис. 1, б), а вскрытый разрез с эффективной толщиной горизонта Ю<sub>1</sub> составляет всего 6,2 м [4].

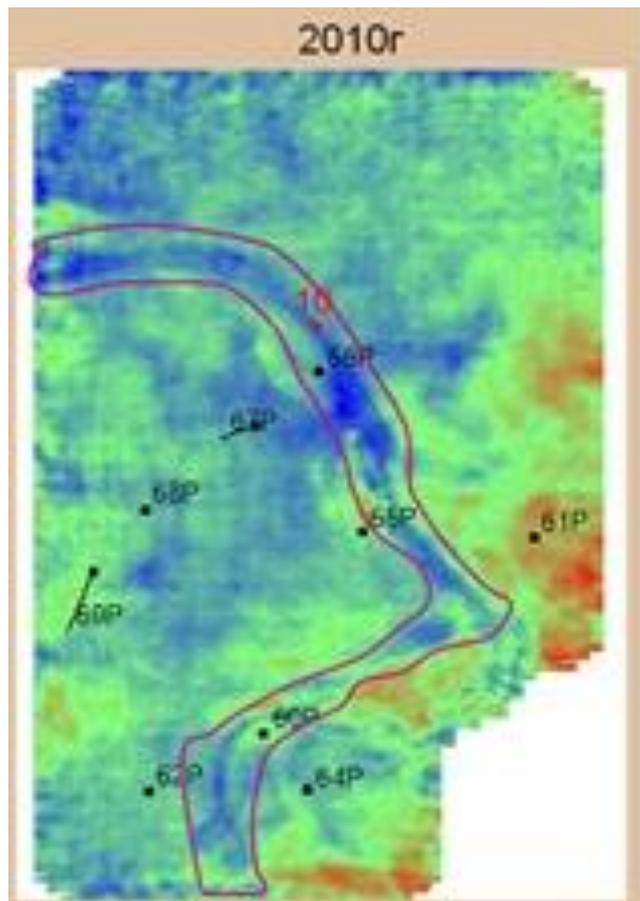


Рис. 2 Амплитудный срез по сейсмическому кубу Северо-Карасевского месторождения: амплитудная аномалия типа «русло» [2]

Учитывая сложное геологическое строение и неоднозначность интерпретации обстановок осадконакопления в районе исследований по геофизическим данным и керновому материалу, для уточнения литолого-фациальных условий образования продуктивных отложений в изучаемом районе необходимо дальнейшее детальное изучение имеющегося керна скважин месторождений с применением новых методик исследований и привлечением данных ГИС, литолого-петрографического, гранулометрического и седиментологического анализов и по соседним месторождениям южной части Каймысовского свода – Павловскому, Моисеевскому и Мелимовскому.

#### Литература

1. Барабошкин Е.Ю. Практическая седиментология. Терригенные резервуары. Пособие по работе с керном. – Тверь, ООО «Издательство ГЕРС», 2011. – 152 с.
2. Бобров А.В., Иваницкий М.Ю. Уточнение модели месторождения с помощью технологий спектральной декомпозиции и сейсмической инверсии по DECISIONSPACE (LANDMARK) // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XIX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 70-летию юбилею Победы советского народа над фашистской Германией. – Томск, 2015. – С. 212–213.
3. Ежова А.В. Литология: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – 353 с.

4. Хромовских А.Ю., Княжев К.А. и др. Подсчет запасов УВ и ТЭО КИН Северо-Карасевского месторождения // Отчет по договору ПР 986 от 01.07.2013 г. – Томск, 2014. – Кн. 1. – 255 с.

## ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ОХВАТА ПЛАСТА КВ УБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Н.А. Макарова

Научный руководитель доцент И.А. Козлова

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь, Россия

Особенностью месторождения является разработка залежей нетрадиционных коллекторов, связанных с корой выветривания (КВ). Пласты КВ разрабатываются совместно с пластами Т1 и Т2 тюменской и пластом П абалакской свит на Западной и Центральной площадях. Формирование нетрадиционных коллекторов в отложениях доюрского фундамента происходило на приподнятых участках эрозионных выступов. В условиях теплого влажного климата [2].

Отложения КВ представлены пористо-трещиноватыми сланцами и метаморфизованными сланцевыми породами. Тип коллектора относится к трещинно-кавернозно-поровому, в котором ёмкость обусловлена наличием пор и каверн, а фильтрационные свойства – присутствием или отсутствием трещин [3].

Эксплуатационные скважины, вскрывающие нетрадиционные коллекторы, характеризуются значительным размахом начальных дебитов. На Западной залежи вступали в работу с дебитами 0,1 т/сут (скв. № 3543) – 0,3 т/сут (скв. № 1226) – 50,2 т/сут (скв. № 3550); на Центральной – 0,1 т/сут (скв. № 3759) – 1,0 т/сут (скв. № 3758).

Ввиду сильного различия начальных дебитов, проведем анализ по сравнению геологических характеристик пластов и расчета коэффициента охвата по толщине процессом вытеснения для каждой представленной залежи.

В пределах Убинского месторождения залежи нефти в отложениях коры выветривания вскрыты на Западной и Центральной площадях. На Западной залежи пробурено 76 добывающих скважин, из них пласт КВ вскрыт 70-ю скважинами и разрабатывается совместно с пластами Т1 и Т2 как единый эксплуатационный объект. Единый ВНК по залежам КВ, Т1 и Т2 установлен на отметке -1820,0 м [1]. К пласту КВ приурочена пластово-сводовая, литологически экранированная залежь. Общая вскрытая толщина пласта КВ изменяется от 14,5 м (скв. № 3538) до 139,2 м (скв. № 1219) при среднем значении 62,3 м. Суммарные эффективные нефтенасыщенные толщины пласта КВ варьируют от 0,8 м (скв. № 3513) до 19,6 м (скв. № 1224) при среднем значении 6,18 м. Доля коллектора в пласте КВ – не высока и составляет в среднем 0,11 д.ед, при расчлененности от 1 до 12 пластов в скважине.

Центральная залежь разбурена 214-ю скважинами, из которых в 98-ми пласт КВ работает совместно с пластами Т1 и П. Залежь, как и Западная, является пластово-сводовой, литологически экранированной. Площадь залежи осложнена многочисленными зонами отсутствия коллекторов, что обуславливает их мозаичный характер распространения. Общая вскрытая толщина пласта КВ от 9,8 м (скв. № 3715) до 107,4 м (скв. № 5415). Суммарные нефтенасыщенные толщины пласта КВ составляют от 0,4 м (скв. № 3791) до 19,9 м (скв. № 3808), при среднем значении 4,1 м. Пласт КВ Центральной залежи характеризуется большей степенью неоднородности, чем на Западной залежи. Среднее значение коэффициента песчаности составляет всего 0,09 д.ед. (интервал от 0 до 0,43 д.ед.), а расчлененность варьирует от 1 до 21 пластов в скважине.

На рис. 1 приведено распределение эффективных и нефтенасыщенных толщин эксплуатационного объекта для Западной и Центральной площадей.

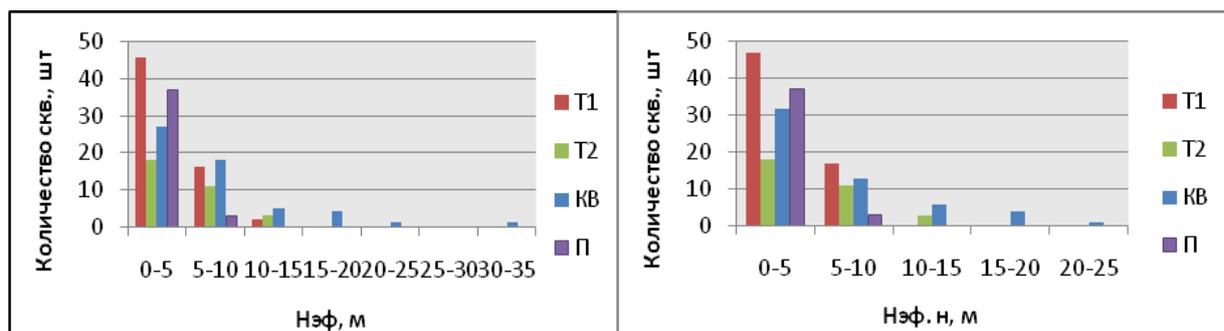


Рис. 1 Распределение эффективных и нефтенасыщенных толщин в пластах П, Т1, Т2 и КВ

Исходя из полученного распределения, эффективные толщины пластов П, Т1 и Т2 изменяются от 0 м до 13,2 м, а в пласте КВ – от 0,8 м до 30,6 м. Средние значения эффективных толщин по пластам составляют: П – 2,8 м, Т1 – 3,9 м, Т2 – 5,1 м, КВ – 6,9 м. Также относительно других пластов пласт КВ по гистограмме распределения эффективных нефтенасыщенных толщин принимает больший диапазон разброса значений от 0,8 м до 21,4 м, при среднем значении 6,1 м, тогда как вышележащие пласты принимают значения 2,2 м, 3,5 м, 5 м соответственно.

На рис. 2 показано распределение фильтрационно-ёмкостных свойств пластов Т1, Т2 и КВ в виде гистограмм.

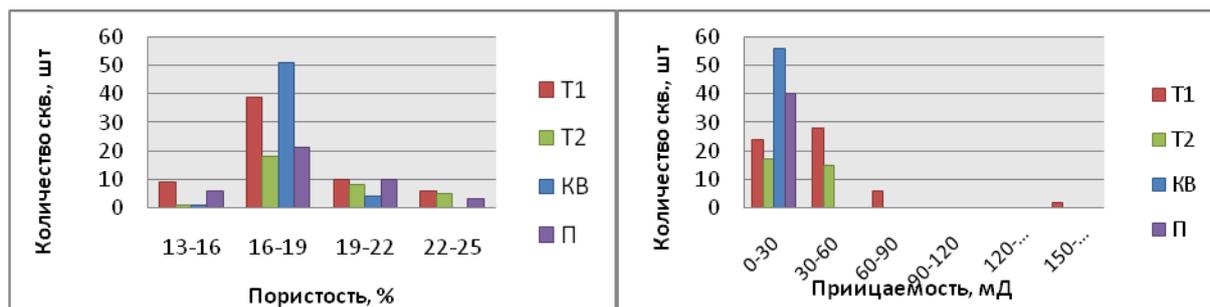


Рис. 2 Распределение пористости и проницаемости в пластах П, Т1, Т2 и КВ

Из распределения коэффициента пористости видно, что наиболее часто в исследуемых пластах встречаются коллекторы с пористостью 16-19%, (по А.А. Ханину, I класс). При этом пласты П, Т1 и Т2 имеют пористость в пределах 13-25%, при среднем значении по пластам: 18,2%, 18,4% и 19,3% соответственно. Тогда как максимальная концентрация значений пористости коллектора пласта КВ приходится на более узкий диапазон (16-19%) при среднем значении 17,5%.

Если рассмотреть гистограмму распределения проницаемости, видно, что наиболее часто встречаются коллекторы со значениями проницаемости от 0,1 до 26,1 мД (по А.А. Ханину, V класс). Значения проницаемости для пластов Т1 и Т2 имеют большой разброс (от 10,2 до 167,1 мД), а пласт КВ представлен, в основном, низкопроницаемыми коллекторами с проницаемостью от 0,1 до 5,2 мД. Средние значения проницаемости по пластам составляют (мД): П – 4,5; Т1 – 39,2; Т2 – 26,8; КВ – 1,8, что свидетельствует об ухудшенных фильтрационных свойствах. Следует отметить, что низкие значения проницаемости коллекторов пласта КВ обусловлены специфическими литологическими особенностями пород и условиями их преобразования вторичными процессами.

Основной задачей данного исследования является определение коэффициента охвата (Кохв) пласта КВ процессом вытеснения. На основании изученных выше особенностей пласта КВ коэффициент охвата вычислялся по значениям эффективных и работающих толщин в скважинах разведочного и эксплуатационного фондов Западной и Центральной залежей по результатам потокометрических исследований. В таблице представлены полученные результаты.

Таблица

Коэффициенты охвата пластов по толщине

Залежь/ Величина коэффициента охвата, %	Пласты			
	Т1	Т2	П	КВ
Западная	74%	78%	отсутствует	49%
Центральная	50%	отсутствует	85%	44%

В результате проведенных расчетов, было установлено для Западной залежи Кохв для пласта КВ составляет 49%, а для Центральной – 44%, что позволяет судить о его неполном охвате вытеснением и неравномерной выработке запасов по обеим залежам. Пласты-спутники – Т1, Т2, П – на Западной и Центральной залежах характеризуются практически полным охватом процесса вытеснения, о чем говорят полученные значения Кохв.

Извлекаемые запасы месторождения составляют 6606 тыс. т, из которых в настоящее время уже отобрано 84 %. В коллекторах пласта КВ сосредоточено 1535 тыс. т. извлекаемых запасов месторождения (29,2 %). Текущий КИН для данного пласта является наименьшим, по сравнению с вышележащими пластами, и составляет 0,142 д.ед., а для пластов П, Т1 и Т2 – 0,237; 0,19 и 0,188 д.ед. соответственно. Таким образом, на фоне истощения запасов традиционных коллекторов пластов П, Т1 и Т2 коллектор пласта КВ представляет значительный интерес как дополнительный перспективный объект. Полученные в работе результаты позволяют рекомендовать проведение комплекса мероприятий по увеличению охвата пласта КВ вытеснением. Для довыработки остаточных запасов в скважинах, вскрывающих пласт КВ, рекомендуется изоляция высокообводненных интервалов выработанных пластов Т1, Т2, П, повторный дострел или перестрел пласта КВ. В скважинах, где пласт КВ первоначально не был установлен, необходима разработка специальных методик ГИС, позволяющих с высокой точностью выделять коллекторы коры выветривания, и проведение переинтерпретации ранее полученных материалов ГИС.

#### Литература

1. Дополнение к проекту разработки (протокол ТО ЦКР по ХМАО №667 от 15.06.2005 г.) и Авторский надзор за реализацией дополнения к проекту разработки (протокол ТО ЦКР Роснедра по ХМАО-Югре №1109 от 23.12.2008 г.) – 1054 с.
2. Кора выветривания фундамента и ее влияние на формирование нефтегазоносных горизонтов Западной Сибири / Под ред. Е.Г. Журавлева. – М.: Недра, 1976. – 274 с.

3. Особенности геологического строения и разработки месторождений Шаимского НГР: сб. ст. / Под ред. М.Ф. Печеркина и др. – Урай-Тюмень, 2002. – 324 с.

## КОМПЛЕКСНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЯНАО)

Ф.Н. Манасян

Научный руководитель доцент Л.К. Кудряшова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Сеноманские отложения на севере Западной Сибири знамениты своими запасами газа и газоконденсата – Медвежье, Ямбургское, Юбилейное, Вынгапуровское, Уренгойское и другие месторождения. На данных месторождениях добывают около 60% от всей добычи газа в России [3].

Стоит отметить, что сеноманские газовые залежи изучают уже более тридцати лет, за это время получено большое количество геологической информации. Эти залежи принадлежат единому нефтегазоносному комплексу.

Однако последние данные изучения сеноманских отложений на упомянутых месторождениях указывают на то, что продуктивная толща газовых залежей в верхней части разреза представляет сложный полифациальный комплекс прибрежно-морских мелководных отложений, а в нижней части – отложений приморской аллювиально-дельтовой равнины. Следовательно, ловушка газа, сформированная в разрезе сеномана, регулировалась развитием флювиальных процессов на прибрежной равнине и контролировалась положением древней береговой линии.

При эксплуатации сеноманских залежей выявили несколько проблем, которые можно решить научно-техническим методом. К ним относятся:

- образование узких зон интенсивного обводнения на некоторых участках залежи;
- критически высокий подъем текущего газоводяного контакта (ГВК) на отдельных участках залежи;
- непостоянное дренирование залежи по площади в процессе эксплуатации залежи;
- в отдельных скважинах в процессе эксплуатации залежи существует опережающее подтягивание пластовых вод.

Поэтому целью работы является комплексное изучение геологического строения сеноманской залежи на примере одного из месторождений ЯНАО.

Исследуемое месторождение относится к Надым-Пурской нефтегазоносной области и расположено на Тазовском полуострове на территории Тазовского и Надымского районов Ямало-Ненецкого автономного округа Тюменской области [1].

В ходе проведения исследований были проанализированы данные по керну, результаты ГИС и ГДИС, а также текущие показатели разработки.

Общая схема расчленения разреза сеноманской залежи выглядит так: укрупненная пачка ПК<sub>1</sub> или продуктивная пачка I состоит из пластов ПК<sub>1</sub><sup>1</sup>, ПК<sub>1</sub><sup>2</sup>, ПК<sub>1</sub><sup>3</sup>, ПК<sub>1</sub><sup>4</sup>. Залежь вскрыта в интервале глубин 980-1210 м. Размеры составляют 175×50 км. Хорошим примером для комплексного изучения является залежь пласта ПК<sub>1</sub>.

Проанализировав коэффициент пористости видно, что в прикровельной части пласта ПК<sub>1</sub> наблюдаются его низкие значения, а вниз по разрезу происходит увеличение значений. Из этого можно сделать вывод, что в континентальных условиях образовалась нижняя часть пласта, а в прибрежно-морских формировалась – верхняя.

Похожую зависимость видим и на геологическом разрезе. Из проанализированных данных следует, что литотип ПК<sub>1</sub><sup>1</sup> относится к прибрежно-морским отложениям и можно выделить регрессивные и трансгрессивные циклы, а литотип ПК<sub>1</sub><sup>2-4</sup> представлен континентальными отложениями.

В результате анализа отложения можно отнести к следующим фациям:

- русловых отмелей;
- внешней части поймы: береговых валов, разливных песков и стариц;
- внутренней части поймы;
- прибрежно-морской: барьерные острова и вдольбереговые трансгрессивные бары, открытое море с накоплением глинистых отложений.

Изучив фации, можно тем самым объяснить одну из важнейших проблем сеноманской залежи – это изменение контура ГВК и его критически высокий подъем. Значительный подъем ГВК (47-50 м) имеется на одних участках залежи, на вторых участках такой подъем имеет средние величины (24-36 м) и есть участки, на которых наблюдаются минимальные значения (4-14 м) [2]. Разновысотность подъема ГВК большей частью поясняется неоднородностью фильтрационно-емкостных свойств сеноманского разреза, связано это с изменчивостью фациально-литологической характеристики пород-коллекторов.

Интервалы разреза с наиболее значимым подъемом ГВК относятся к подошвенным частям песчаных тел потокового генезиса, которые обладают однородным гранулометрическим составом и более хорошими коллекторскими свойствами. Второй по величине подъем ГВК, связан прежде всего с пляжевыми фациями, а также с баровыми фациями. Самый минимальный подъем ГВК по большей части относится к отложениям фаций частей берегового склона, турбидитных песчаников, которые характеризуются низкими коллекторскими свойствами. А также в нижней части сеноманского разреза наблюдается потоковая фация отложений приливных каналов, коллекторы которой обладают невысокой проницаемостью.

К подошвенным частям песчаных тел потокового генезиса приурочены интервалы разреза с наиболее значительным подъемом ГВК. Песчаные тела обладают однородным гранулометрическим составом и хорошими коллекторскими свойствами.

Из полученных результатов анализа данных, в наше время при разработке и освоении сеноманской залежи в основном не принимается во внимание распределение газа в разных литофациальных типах и классах коллекторов продуктивного горизонта. Для того чтобы исправить данное положение необходимо произвести детальную классификацию коллекторов сеноманской залежи изучаемого месторождения, которая будет принята недропользователями для подсчета запасов газа и газового конденсата в различных литофациальных типах и классах коллекторов.

#### Литература

1. Дюкалов С.В., Кирсанов А.Н., Маслов В.Н. Геолого-промысловые аспекты разработки сеноманских газовых залежей Западной Сибири. – М.: ВНИИЭгазпром, 1986. – 37 с.
2. Тимонина Л.Ю. Особенности процесса обводнения сеноманской залежи // Газовые ресурсы России в XXI веке. – М.: Недра, 2003. – С. 544–546.
3. Шилов Г.Я. К вопросу о создании фациально-фильтрационно-емкостной классификации терригенных коллекторов сеномана на месторождении Западной Сибири // Проблемы ресурсного обеспечения газодобывающих районов России до 2030 г. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2010. – 330 с.

### **СОСТАВ, СТРОЕНИЕ И ОБСТАНОВКИ ФОРМИРОВАНИЯ ВЕРХНЕВЕНДСКИХ КАРБОНАТНЫХ ПРОДУКТИВНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНЫХ РАЙОНОВ НЕПСКО-БОТУОБИНСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ**

**Р.В. Маринов**

Научный руководитель старший научный сотрудник И.В. Вараксина  
**Новосибирский национальный исследовательский государственный университет,  
г. Новосибирск, Россия**

Поскольку добыча углеводородов на месторождениях Западной Сибири в настоящее время снижается, то одним из наиболее эффективных направлений расширения сырьевой базы России является создание Восточно-Сибирского нефтегазодобывающего комплекса. Непско-Ботуобинская антеклиз (НБА) – наиболее перспективный объект на Сибирской платформе (открыто 47 месторождений нефти и газа) [2, 3]. Из венд-нижнекембрийских карбонатных отложений получены многочисленные промышленные притоки нефти и газа на Даниловском, Верхнечонском и Талаканском месторождениях. Кроме того, в 2010 г. в 70 км от Верхнечонского было открыто Савостьяновское месторождение, нефтяная залежь которого находится в преобразенном карбонатном пласте венда.

Тем не менее, несмотря на высокую перспективность выявленных карбонатных продуктивных горизонтов, они отличаются непостоянством фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) и нестабильностью притоков углеводородов [1]. Поэтому, актуальной задачей при изучении данных коллекторов является детальное исследование пустотного пространства различных типов пород с выявлением всех литологических факторов, которые повлияли на его формирование.

Объектом исследования являются карбонатные отложения ербогаченского (Б<sub>13</sub>), преобразенского (Б<sub>12</sub>) и усть-кутского (Б<sub>3-5</sub>) продуктивных горизонтов венд-нижнекембрийского нефтегазоносного комплекса центральной части НБА, вскрытые в скважинах Верхнечонская (ВЧ), Могдинская (М), Восточно-Сугдинская (ВС), Среднеботуобинская (СБ).

Ербогаченский продуктивный горизонт выделяется в составе тирской свиты, которая соответствует тирскому региональному горизонту. На территории Ботуобинской фациальной зоны выделяется аналог ербогаченского горизонта в верхнебюкской подсвите, которая входит в состав тирского регионального горизонта. Мощность продуктивного горизонта меняется от 9 до 36 м. Характеризуется неоднородным строением. В скважинах ВЧ и СБ горизонт сложен преимущественно нефтенасыщенными массивными доломитовыми оолито-комковатыми пакстоунами и вакстоунами с прослоями глинистых мадстоунов и вакстоунов.

В скважинах М и ВС ербогаченский продуктивный пласт делится на три пачки. Нижняя пачка сложена преимущественно массивными доломитовыми оолито-комковатыми пакстоунами и вакстоунами. В подошве отмечается примесь силикокластики. Средняя пачка имеет доломитовый состав и представляет собой крупную постройку из столбчатых строматолитов; в скважине ВС породы сильно ангидритизированы, в скважине М пачка нефтенасыщена. Верхняя пачка сложена в основном пизолито-оолитовыми грейнстоунами и пакстоунами с прослоями (от 0,1 до 1 м) мадстоунов и мелкокомковатых пакстоунов, вакстоунов. В ВС породы сильно ангидритизированные, в М – нефтенасыщенные.

Преобразенский продуктивный пласт выделяется в даниловском региональном горизонте и расположен в основании катагской и успунской свит, его мощность колеблется от 12 до 16 м. Породы горизонта нефтенасыщенные, в основном оолито-пизолитовые с маломощными прослоями глинистых мадстоунов и аргиллитов. Слоистость массивная, субгоризонтальная, иногда волнисто-линзовидная. Породы микропористые, ангидритистые, присутствуют многочисленные зачаточные микростилолиты.

Усть-кутский продуктивный горизонт вскрыт только двумя скважинами (М и ВС), выделяется в составе тэтэрской свиты и подразделяется на два продуктивных пласта, разделённые глинистой пачкой.

Нижний пласт имеет одинаковую мощность 24 м и преимущественно сложен нефтенасыщенными массивными крупно пизолито-оолитовыми (зерна 1-5 мм) грейнстоунами. Повсеместно фиксируются многочисленные микропоры и каверны (до 1 см). Породы равномерно перекристаллизованы до тонкокристаллических, иногда встречаются комки и реликты пизолитовых зерен. Всюду отмечаются многочисленные

микростилолиты, выполненные битуминозным веществом. В количестве первых процентов по всему разрезу содержится ангидрит и галит. Прикровельная часть нижнего пласта подверглась интенсивному карстованию.

Верхний пласт представлен чередованием зернисто-карбонатных и сульфатно-карбонатно-глинистых пачек, его мощность меняется от 29 до 48 м. Пачки зернистых карбонатов преимущественно сложены тёмными нефтенасыщенными комковато-интракластовыми и пизолитовыми массивными грейнстоунами. Сульфатно-карбонатно-глинистые пачки сложены серыми и зеленовато-серыми мадстоунами, часто глинистыми, с примазками и прослоями (до 3, редко до 10 см) темно-серых аргиллитов. Породы имеют субгоризонтальную, линзовидную и крупноволнистую слоистость. В прикровельной части пласта фиксируется постройка из столбчатых строматолитов, которые подверглись интенсивному карстованию.

В результате изучения отложений продуктивных горизонтов верхнего венда были выделены следующие литотипы: 1) строматолитовые (из столбчатых строматолитов), 2) пизолито-оолитовые грейнстоуны, 3) микрофитолитовые пакстоуны, 4) неясно оолито-комковатые пакстоуны, 5) мадстоуны глинистые с ангидритом. В разрезе наиболее распространены пизолитово-оолитовые грейнстоуны, преимущественно нефтенасыщенные и крупнозернистые (зерна 1-5 мм и более), которые слагают мощные комплексы (от 3 до 19 м) во всех трёх горизонтах. Породы массивные.

Строматолитовые доломиты мелко- и крупностолбчатые, как правило, нефтенасыщенные и слагают как мелкие биогермы, так и довольно мощный биогермный комплекс. Строматолиты распространены в ербогаченском и усть-кутском горизонтах. В ербогаченском горизонте сформирована самая крупная (около 7-10 м) строматолитовая постройка, в усть-кутском горизонте сформированы метровые прослои в кровельной части. Микрофитолитовые и неясно оолито-комковатые пакстоуны встречаются в отложениях значительно реже и фиксируются в виде прослоев (от 2 см до 0,3 м). Широко распространены мадстоуны. Это серые массивные и горизонтальнослоистые породы с разным содержанием глинистого вещества, примазками и прослоями аргиллитов. Мадстоуны по всему разрезу образуют прослои мощностью от 0,1 до 0,7 м в глинисто-карбонатных пачках, в которых они тонко переслаиваются с глинистыми доломитами, аргиллитами. Породы очень интенсивно ангидритизированы.

Исследование пустотного пространства в шлифах и на сканирующем микроскопе показало наличие в изученных породах нескольких типов пустот.

Пустоты первого типа представляют собой остаточные межзерновые поры между оолитами, пизолитами, комками и интракластами грейнстоунов и пакстоунов. Они очень малы (не более 0,5 мм), в них часто содержится битуминозное вещество. Также наблюдается галит или ангидрит. Количество пустот данного типа около 5 %.

К пустотам второго типа относятся также мелкие (0,02-0,2 мм) поры, образованные в процессе перекристаллизации цемента в грейнстоунах и пакстоунах. Они также часто выполнены битуминозным веществом, однако из-за малых размеров и неравномерного распределения их доля от общей пористости относительно невелика. Их содержание не более 2-3%, изредка 5% от объема пород.

Основное количество пор и каверн в исследуемых породах образовалось в ходе растворения. Чаще всего фиксируется растворение остаточных межзерновых пустот. Иногда совместно с ними наблюдаются поры внутривернового растворения в центральных частях оолитов. Кроме того, часто поры образовывались из-за растворения пустот перекристаллизации. В строматолитовых доломитах эти пустоты расположены параллельно слоистости. Количество пустот растворения варьирует от 10 до 20%. Однако, повсеместно происходило заполнение выщелоченного пустотного пространства галитом и ангидритом. Причем запечатались каверны и крупные поры, мелкие пустоты же ( $\leq 0,5$  мм) остались открытыми.

Дополнительная ёмкость создаётся многочисленными микростилолитами. Главным образом это «зарождающиеся» слабобугорчатые парастилолиты, которые развиваются вдоль слоистости строматолитов и вдоль слоистости зернистых доломитов, они заполнены битуминозно-нефтяным веществом, которым часто пропитана окружающая порода.

В результате анализа распределения основных типов пустот (пор, каверн и микростилолитов) выяснилось широкое развитие пор, каверн и микростилолитов в отложениях баров и строматолитовых постройках. В отличие от них, тонкослоистые осадки, образовавшиеся на изолированном шельфе, почти не содержат пустот и непроницаемы. Процесс постседиментационного засоления проявился неравномерно и стал определяющим в формировании коллекторов.

Данные об условиях образования разных типов доломитов позволили установить, что седиментация во время их формирования происходила, по большей части, в пределах от верхней сублиторали до супралиторали. На мелководном шельфе существовали крупные барово-отмельные системы, которые разделялись мелководными внутришельфовыми депрессиями. Глубина депрессий была незначительна, судя по интенсивной ангидритизации, а также крупно-волнистой слоистости, которая связана со знаками ряби; седиментационная брекчированность говорит о периодических осушениях.

Цикличность, фиксирующаяся в разрезе, свидетельствует о периодической смене обстановок достаточно обширных внутришельфовых мелководных депрессий и карбонатных барово-отмельных систем, частично переработанных приливно-отливными течениями и штормовыми волнениями. В пределах баровых систем по большей части образовывались оолитово-пизолитовые доломиты, а на северо-западном склоне территории формировались строматолитовые банки. Отложения оолитовых баров и строматолитовых банок характеризуются высокими значениями пористости и проницаемости и являются хорошими коллекторами.

#### Литература

1. Варакина И.В. Хабаров Е.М. Литология карбонатных продуктивных горизонтов венда центральной части Непско-Ботуобинской антеклизы // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири, 2015. – № 3. – с. 54–63.
2. Непско-Ботуобинская антеклиза – новая перспективная область добычи нефти и газа на востоке СССР / Под ред. А.Э. Конторовича, В.С. Суркова, А.А. Трофимука. – Новосибирск: Наука, 1986. – 245 с.
3. Шемин Г.Г. Ереминско-Чонское скопление нефти в преображенском резервуаре – крупнейший объект по подготовке запасов и добыче углеводородного сырья в Восточной Сибири – Новосибирск: Изд. СО РАН, 2011. – 120 с.

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ С ЦЕЛЬЮ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТКИ ТЕРРИГЕННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ НА МАМОНТОВСКОМ  
НЕФТЯНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ (ХАНТЫ-МАНСИЙСКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ – ЮГРА)**

**М.Э. Мартыненко**

Научный руководитель доцент Н.М. Недоливко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Мамонтовское нефтяное месторождение является одним из крупнейших в Западной Сибири. В административном отношении оно расположено в Нефтеюганском районе Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области (рис.). Большая площадь нефтеносности, сложное геологическое строение, многопластовое сложение, сосредоточение около половины запасов в водонефтяных зонах и низко проницаемых коллекторах, создают необходимость применения нестандартных методов разработки.



*Рис. 1 Обзорная карта месторождений ООО «РН-Юганскнефтегаз»*

Месторождение является уникальным по величине начальных запасов нефти (1,4 млрд. т). По состоянию на конец 2015 года остаточные извлекаемые запасы месторождения по категории АВС<sub>1</sub>+С<sub>2</sub> составляют более 400 млн. т нефти, что свидетельствует о большой значимости эффективной доработки месторождения для экономики страны. При этом действующий фонд скважин насчитывает более 1200 единиц, которые обеспечивают суточный дебит в более чем 10 тонн. К сегодняшнему дню Мамонтовское месторождение находится на четвертой – последней стадии разработки.

В процессе разработки эксплуатационных объектов месторождения испытывались различные технологии воздействия на пласты, направленные на совершенствование разработки залежей и повышение эффективности выработки запасов нефти.

Подбор и применение того или иного метода увеличения нефтеотдачи (МУН) определяется геолого-физической характеристикой залежи, особенностями текущего состояния ее разработки, накопленным опытом применения на ней методов увеличения нефтеотдачи и обработки призабойной зоны, результатами лабораторных исследований, а также обобщением результатов промысловых испытаний микробиологического повышения нефтеотдачи пласта и обработки призабойной зоны (ОПЗ) на других залежах нефти Западной Сибири.

На Мамонтовском месторождении мероприятия по увеличению нефтеотдачи проводятся с 1980 г. Были получены как положительные, так и отрицательные результаты. Это указывает в основном на отсутствие предварительной научной проработки технологий. За период 1980-2004 гг. испытано более 10 технологий МУН и ОПЗ, за счет которых дополнительно добыто около 2 млн. т нефти.

За последние годы существенно сократились затраты на научно-исследовательские работы в этом направлении, что привело к снижению успешности и эффективности промышленной реализации МУН.

Основным направлением работ на месторождении должны быть прежде всего технологии, направленные на увеличение коэффициента охвата пластов воздействием за счет перераспределения фильтрационных потоков.

К примеру, для пласта БС<sub>11</sub>, с начала эксплуатации залежи N5 проведено около 50 скважино-мероприятий, в основном соляно-кислотных обработок (СКО) в различных модификациях. Эффективность соляно-кислотной обработки в целом находится на среднем для этой технологии уровне (успешность 50–60%). Так как месторождение находится на поздней стадии разработки, то более эффективным в данном случае является метод кислотных ванн: средний прирост дебита нефти после обработки 22 т/сут, продолжительность эффекта 4 месяца, успешность 70%. Сделать выводы по результатам применения в сочетании с СКО других химреагентов (сепарол, нефрас) не представляется возможным по причине малого числа проведенных геолого-технологических мероприятий (ГТМ). В целом продолжительность эффекта от применения методов стимуляции скважин очень невысока (2–5 месяцев).

С целью стимуляции работы скважин добывающего и нагнетательного фонда на залежи было проведено 11 операций по гидравлическому разрыву пласта (8 – на добывающих скважинах, 3 – на нагнетательных). Так как на

Мамонтовском месторождении основной фонд представлен наклонно-направленными скважинами, то по технологической схеме наиболее эффективным будет применение многоступенчатого гидравлического разрыва пласта (ГРП). Эффективность мероприятия (таблица) оценивалась с учетом аппроксимации тренда динамики дебитов скважин, причем эффект от ГРП определялся как по самой обработанной скважине, так и по скважинам ближайшего окружения. Проведение мероприятия на добывающих скважинах привело к неоднозначным результатам: если на самих обработанных скважинах, как правило, достигалась увеличение дебитов, то по окружению наблюдалось снижение отборов нефти при некотором росте обводненности. Проведение ГРП на нагнетательных скважинах позволило запустить их в работу, хотя длительность эффекта невелика.

Для улучшения показателей эксплуатации скважин и состояния разработки месторождения необходимо проведение следующих мероприятий по совершенствованию процесса разработки:

- методы интенсификации добычи нефти обработкой призабойных зон скважин химреагентами;
- гидравлический разрыв пласта;
- зарезка второго ствола;
- бурение горизонтальных скважин;
- плазменно-импульсное воздействие.

*Таблица*

*Анализ эффективности ГРП, проведенных на добывающих скважинах залежи N 5 горизонта БС<sub>11</sub>*

№ скважины	Продолжительность экономического эффекта, мес.	Дополнительный отбор нефти, тыс. т		Дополнительный отбор жидкости, тыс. т	
		по скважинам		по скважинам	
		обработанной	окружающим	обработанной	окружающим
8503		-1,3	-2163	0	-6827
8520	18	5427	0	6262	0
8523	17	4535	0	5459	0
8533	14	0	2883	0	4475
9267	15	4283	0	9156	0
20129		-1744	-4436	-952	1927
20134		22009	-33289	32356	-343
20142		-16395	-974	-7661	4582
Итого по залежи в сумме:		18113	-37979	44620	3814
В среднем на одну скважину:		2264	-4747	5578	477

Обобщая результаты анализа эффективности ГТМ, проведенных на скважинах залежи №5, можно сделать следующие выводы:

- 1) большая часть технологий и методов, применяющихся на скважинах залежи с целью стимуляции их работы, характеризуется невысокой эффективностью, что, очевидно, связано с особенностями продуктивных характеристик скважин;
- 2) среди применявшихся ранее мероприятий однозначно эффективной технологии, которая позволила бы успешно воздействовать на скважины в этих условиях с целью увеличения их дебитов и приемистости, нет;
- 3) необходим поиск новых эффективных решений, направленных на улучшение добывных характеристик скважин; рекомендации, очевидно (учитывая сложный характер разработки залежи и низкую эффективность применяемых методов), должны носить комплексный характер и базироваться как на гидродинамических, так и на физико-химических принципах.

#### Литература

1. Акульшин А.И. Прогнозирование разработки нефтяных месторождений. – М.: Недра, 1988. – 311 с.
2. Годовой отчет по анализу разработки Мамонтовского месторождения. – ОАО «Юганскнефтегаз», 2004 – 158 с.

**ОСОБЕННОСТИ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА И ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫХ  
СВОЙСТВ ПРОДУКТИВНОГО ГОРИЗОНТА НХ-III-IV НА ПРИМЕРЕ ВАНКОРСКОГО  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**Ж.Д. Мартыщенко**

Научный руководитель ассистент Е.Р. Исаева

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Цель исследования – выявление влияния литолого-петрографического состава на формирование фильтрационно-емкостных свойств терригенных пород-коллекторов. Объектом исследования являются нижнемеловые отложения (K<sub>1</sub>пч), вскрытые скважиной Ванкорская-11 на Ванкорском нефтегазовом месторождении. В тектоническом плане месторождение расположено в пределах Западно-Сибирской эпигерцинской плиты на стыке центральной части Нижне-Енисейской возвышенности с Западно-Сибирской низменностью, согласно нефтегазогеологическому районированию, относится к Пур-Тазовской нефтегазоносной области (северо-восток Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна). Продуктивные горизонты имеют песчаный состав и приурочены к нижнемеловым отложениям нижнехетской и яковлевской свит. В работе приводятся результаты литолого-петрографического анализа [2, 3] отложений нижнехетской свиты. Результаты сопоставлялись с данными геофизических исследований ЦЛ ОАО «Красноярскгеология».

Породы нижнехетской свиты толщиной от десяти до пятидесяти метров представлены пачками глинистых, алевритоглинистых, алеврито-псаммитовых пород. Последние характеризуются низкими и средними фильтрационно-емкостными свойствами и относятся к III-V классам коллекторов (по А.А. Ханину) [4]. В разрезе преобладают глинистые и алевритовые разности (фракция 0,01-0,1 мм составляет 34,1-69,9%), в меньшей степени присутствуют мелкозернистые песчаники (0,1-0,25 мм – 2,45-48,3%). В пределах отдельных пластов (Нх-I и Нх-III-IV) снизу вверх по разрезу наблюдается увеличение размеров и сортировки обломочных зерен, а общая направленность изменения этих параметров и конфигурации кривых самопроизвольной поляризации (ПС) соответствуют регрессивному циклу осадконакопления.

*Породы-коллекторы третьего класса* представлены мелкозернистыми песчаниками (фракция 0,1-0,25 мм составляет 48,3-55%), содержащими примесь более крупнозернистого (0,25-0,5 мм – 6,5%) и алевритового материала (0,01-0,1 мм – 11,13-34,1%). Сортированность обломочного материала, чаще всего, средняя.

В составе обломочного материала, общее количество которого составляет ~80%, наблюдается кварц ~40%, полевые шпаты (ортоклаз, реже плагиоклазы) ~40%, обломки пород (микрокварциты, серицитовые сланцы) ~20%. По форме обломки угловатые, остроугольные, полуугловатые. Контакты их точечные, реже плоскостные. По составу обломков песчаники относятся к граувакковым аркозам и аркозам. *Кварц* наблюдается в виде зерен разнообразной формы. *Полевые шпаты* (ПШ) (рис. 1, А) имеют прямоугольную и таблитчатую форму, иногда с четкими параллельными полисинтетическими двойниками у плагиоклазов и характерной решеткой у микроклина. Местами обломки калиевых полевых шпатов разложены до каолинита. Наблюдается интенсивная коррозия зерен, способствующая повышению пористости пород. Отмечается наличие седиментационных слюд: хлоритизированного биотита (рис. 1, В) и единичных чешуек мусковита (до 1%), а также аксессуарных минералов (<1%) в виде циркона и апатита, вторичных – в виде лейкокксена (<1%).

Цемент (до 10-15%) преимущественно поровый, реже пленочно-контактово-поровый и базальный. По составу он, в основном, смешанный каолинит-хлорит-гидрослюдистый (4-8%), встречаются участки перекристаллизованного каолинитового цемента (2-4%), способствующего образованию микропористости. В небольшом количестве в составе цемента присутствует сидерит (~1%), пирит (<1%) (рис. 1, Б) и кальцит (<1%). Поровое пространство представлено межзерновыми, внутризерновыми и межпакетными порами. Поры мелкие и средние, размером 0,03-0,5 мм, округлые, вытянутые, извилистые. Иногда наблюдается объединенное поровое пространство. Встречаются кавернообразные поры размером до 1 мм. Открытая пористость 15,53-20,06%; проницаемость – 12,94-98,5·10<sup>-3</sup>мкм<sup>2</sup>.

*Породы коллекторы четвертого класса* представлены алевролитами (фракция 0,01-0,1 мм преобладает и составляет 57,7-63,6 %, <1 мм – 17,98-22,77%) с примесью песчаного материала (0,1-0,25 мм – 17,6-18,4%, а 0,25-0,5 мм – 0,15-0,05%). Таким образом, наблюдается значительное сокращение объема песчаной фракции и увеличение пелитовой составляющей. Сортированность материала – средняя.

По минеральному составу породы близки к вышеописанным. Наблюдается незначительное увеличение содержания кварцевых обломков до 50%, снижается содержание обломков ПШ ~20% и обломков пород (микрокварцитов) ~10%. Содержание цемента незначительно повышается (~15%). Тип цементации изменяется: преобладает базальный и пленочно-порово-базальный, встречаются участки с базально-поровым и поровым цементом. По составу цемент смешанный каолинит-хлорит-гидрослюдистый (10-12%), редко встречаются участки с перекристаллизованным каолинитовым цементом (1-2%), также в небольшом количестве присутствует сидерит (<1%), кальцит (<1%) и пирит (<1%). Поровое пространство более неоднородное, сформировано, чаще всего, межзерновыми, реже внутризерновыми и межпакетными порами, которые по размеру и по форме сопоставимы с порами пород-коллекторов III класса, однако их количество и сообщаемость уменьшаются. Открытая пористость равна 16,34-20,05%, а проницаемость 1,1-4,85·10<sup>-3</sup>мкм<sup>2</sup>.

*Породы-коллекторы пятого класса* представлены алевролитами (фракция 0,01-0,1 преобладает и составляет 48,3-69,9%; <0,01мм – 21,2-25,79%) с примесью мелко- и среднезернистого песчаного материала (0,1-0,25 мм – 2,45-8%; 0,25-0,5 мм – 0,05-0,1%). Таким образом, наблюдается еще большее снижение размерности обломков и повышение содержания пелитового материала. Сортированность материала – средняя.

В целом, по минеральному составу породы данного класса коллектора слабо отличается от описанных выше пород. Наблюдается незначительное повышение содержания кварцевых обломков до 55-60% и снижение содержания

обломков ПШ (~15%) и обломков пород (микрокварцитов, глинистых) (~10%). Отмечается также повышение содержания слюд – биотита и мусковита (1-2%), а также вторичного лейкоксена (1-2%).

Содержание цемента повышается (~15-20%). Тип цементации также изменяется: преобладает базально-контактовый, реже базально-контактово-поровый цемент. По составу он смешанный каолинит-хлорит-гидрослюдистый (15-20%), редко встречаются участки с перекристаллизованным каолинитовым цементом (<1%), также в небольшом количестве присутствует сидерит (<1%), кальцит (<1%) и пирит (<1%). Поровое пространство в значительной степени уменьшается и, в основном, представлено межзерновыми порами. Открытая пористость 13,89-17,14%; проницаемость –  $0,37-0,62 \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2$ .

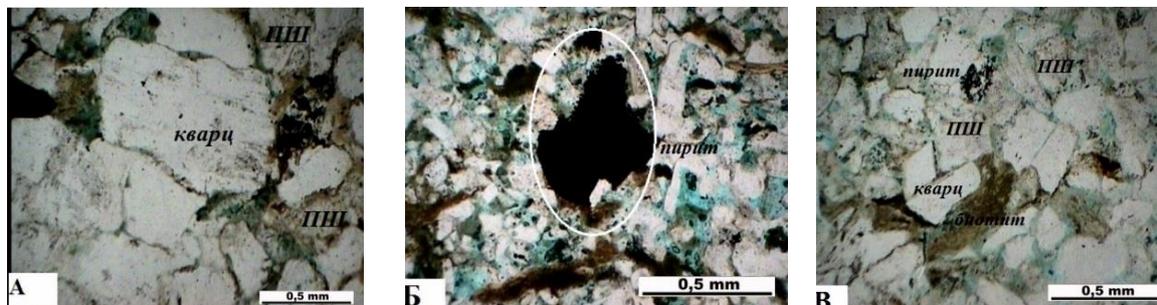


Рис. 1 Особенности минералогического состава: А – зерна кварца и ПШ, Б – включение кристалла пирита, В – биотит между зернами кварца и ПШ

Таким образом, в ряду коллекторов III-IV-V класса наблюдается снижение содержания мелкозернистого песчаного материала при возрастании алевритовой и пелитовой фракций, сортированность слабо изменяется (в основном, сохраняется средняя степень сортированности). Изменяется и минералогический состав пород: содержание кварцевых обломков увеличивается, снижается количество полевошпатовых обломков и обломков пород. Пористость пород уменьшается, становится неравномерной, ухудшается сообщаемость пор.

В коллекторах III класса, по сравнению с коллекторами IV-V классов, уменьшается общее количество цемента, снижается содержание первичного смешанного каолинит-хлорит-гидрослюдистого цемента, повышается содержание перекристаллизованного каолинитового.

Таким образом, фильтрационно-емкостные параметры пород-коллекторов различных классов в значительной степени обусловлены гранулометрическим составом, составом обломков и цемента, количеством и типом цемента, размерами и распределением порового пространства [1].

#### Литература

1. Ежова А.В., Тен Т.Г. – Литология нефтегазоносных толщ: учебное пособие – Томск, Изд-во Томского политехнического университета, 2002. – 110 с.
2. Недоливко Н.М., Ежова А.В. Петрографические исследования терригенных и карбонатных пород-коллекторов: учебно-методическое пособие – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 171 с.
3. Недоливко Н.М., Ежова А.В., Т.Г. Перевертайло и др. Влияние гранулометрического и минералогического состава на формирование коллекторских свойств пласта Ю<sub>1</sub><sup>3</sup> Западно-Моисеевского участка Двуреченского месторождения (Томская область) // Известия Томского политехнического университета, 2004. – Т. 307 – № 5. – С. 48–54.
4. Ханин А.А. Породы-коллекторы нефти и газа и их изучение. – М.: Недра, 1969. – 368 с.

### УТОЧНЕНИЕ СТРОЕНИЯ ПЛАСТОВ БВ<sub>10-11</sub> ПО КОМПЛЕКСУ АКТУАЛЬНЫХ ГЕОЛОГО-ПРОМЫСЛОВЫХ ДАННЫХ

А.С. Меледин

Научный руководитель доцент В.А. Белкина

Тюменский Индустриальный Университет, г. Тюмень, Россия

В процессе разработки залежей пластов БВ<sub>10-11</sub> отмечается отсутствие согласия между геологическим строением и технологическими параметрами. В связи с этим возникает задача уточнения геологического строения. Решение данной задачи позволит не только повысить эффективность разработки, но и точность решения других геологических задач.

При разработке объекта были выявлены следующие проблемы: запускные показатели скважин не коррелируют с фильтрационно-емкостными свойствами пластов, наблюдается интенсивное снижение дебитов жидкости в начальный период работы скважин, преждевременное падение темпов отбора, слабая или отсутствующая реакция скважин на закачку. Отмечается определённая закономерность этого несоответствия: северная часть залежи характеризуется высокими начальными дебитами нефти ( $q_n$ ) до  $50 \text{ м}^3/\text{сут}$ , которые практически не снижаются достаточно долго, и заметным влиянием системы поддержания пластового давления (ППД) на дебиты добывающих скважин, в центральной части залежи  $q_n$  изменяются от  $20 \text{ м}^3/\text{сут}$  до  $50 \text{ м}^3/\text{сут}$ , а время отклика добывающих скважин на закачку существенно больше, и, наконец, в южной самой большой по площади части залежи  $q_n < 20 \text{ м}^3/\text{сут}$  и отсутствует влияние ППД на добывающие скважины.

## СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Прежде всего, отметим, что утвержденная геологическая модель (УГМ) построена на основе гипотезы горизонтально-слоистого осадконакопления отложений нижнего неокома. В настоящей работе построение модели пластов БВ<sub>10-11</sub> проведено в предположении, что отложения нижнего неокома имеют клиноформное строение. Клиноформы – геологические тела, образующие латеральный ряд полого налегающих друг на друга геологических тел. Возраст их омолаживается от области питания к центру бассейна [1]. Геологическое строение неокома в Западной Сибири изучалось, уточнялось и детализировалось в работах многих авторов: А.Л. Наумова, Ю.В. Брадучана, Л.Ш. Гиригорна, Ф.Г. Гурари, Ю.Н. Каргодина и многих других [1–4]. К настоящему времени в целом сформирована принципиальная сейсмогеологическая модель неокомских отложений Западной Сибири [5–6]. Она предполагает западные и восточные падения клиноформ. Разделяет их осевая зона неокомского глубоководного бассейна, для которой характерно некомпенсированное осадками прогибание.

Анализ варианта корреляции УГМ с позиции клиноформного строения отложений показал, что в модели отсутствует привязка к реперу, не учтены общие закономерности строения продуктивной части пластов БВ<sub>10-11</sub>, впоследствии разные пласты объединились в один пласт. В основе петрофизической модели лежит весьма ограниченное количество керновых исследований. Отбор керна в интервале рассматриваемых отложений выполнен в 5 скважинах в центральной и южной частях месторождения (общая проходка по пласту БВ<sub>10</sub> составляет 51,1 м, средний процент выноса керна составляет 32,5%, по пласту БВ<sub>11</sub> общая проходка – 57,6 м, вынос – 30,2%). Северная часть залежи, а также зона между центральной и южной частями керновыми данными не освещены. Сказанное означает, что выборка нерепрезентативна. В петрофизической модели не учтена слоистая глинистость в горной породе, что существенно искажает модель.

Отметим также низкое качество регистрации методов РК и УЭС, недостаточный объем исследований АК и ГКП, большой процент некачественных исследований (24%) и некачественную интерпретацию ГИС. Породы пластов характеризуются высоким содержанием таких минералов как кварц (36%), полевые шпаты (33%), кальцит (8%) и сидерит (3%), что негативно сказывается на точности показателей ГИС.

Геологические характеристики пластов БВ<sub>10-11</sub> приведены в таблице. Из данных таблицы видно, что пласт БВ<sub>10</sub><sup>2</sup> характеризуется лучшими значениями нефтенасыщенных толщин и проницаемости. Коллекторы пласта БВ<sub>11</sub> низкопроницаемы.

Таблица

Геологические характеристики пластов БВ<sub>10-11</sub>

Параметр	БВ <sub>10</sub> <sup>2</sup>	БВ <sub>11</sub>
Нефтенасыщенная толщина, м	3	1,8
Пористость, %	21	20
Нефтенасыщенность, %	52,5	45,2
Проницаемость, *10 <sup>-3</sup> мкм <sup>2</sup>	5	2
Песчанистость, %	27	22
Коэффициент расчлененности, ед.	3,4	2,3
Вязкость нефти, сПз	0,9	0,9

Уточнение геологической модели (АМ) начато с переинтерпретации сейсмических данных и данных ГИС. УГМ создана с использованием сейсмических данных компании «Татнефтегеофизика». Они характеризуются большим количеством помех (эффект «footprint»). В основу авторской модели вошли более качественные сейсмические исследования, проведенные компанией WesternGeco в 2003 г. Этими данными охвачена вся площадь залежи, и, согласно им, изучаемые пласты осложнены довольно большим числом тектонических нарушений, причём качество полевых данных позволило достаточно точно оценить параметры разломов: направления простирания и амплитуды.

По результатам переинтерпретации ГИС на основании клиноформного строения, автором при корреляции выделены дополнительные нефтенасыщенные пропластки. Отметим, что при корреляции использован принцип хроностратиграфичности разреза. Были выделены и использованы локальные репера (зональные литолого-стратиграфические репера, разделяющие регрессивные циклиты), определена ориентировка склона шельфа (северовосток), учтены выдержанные трансгрессивные глинистые пачки, которые являются границами максимального затопления.

По результатам корреляции построен геологический разрез, который существенно отличается от разреза УГМ. Выделены отдельные пласты БВ<sub>10</sub><sup>2-0</sup>, БВ<sub>10</sub><sup>2</sup>, БВ<sub>10</sub><sup>3</sup>, БВ<sub>11</sub>, БВ<sub>12</sub>. Повышение точности отметок пластов, а также привлечение данных по новой скважине позволило уточнить петрофизическую модель. Используя более точные данные сейсмической разведки и скважинные данные, была построена авторская 3D модель (3D АМ), как указано выше, на основе клиноформной модели строения отложений нижнего неокома. В 3D АМ существенно уточнились геометрия пластов в разрезе, заметно увеличились нефтенасыщенные толщины, немного увеличились значения ФЕС. Графики зависимости запускного дебита жидкости от нефтенасыщенной толщины с учетом довыделенных коллекторов по АМ показывают хорошую корреляционную зависимость (рис. 1, б). Такой зависимости для УГМ нет (рис. 1, а).

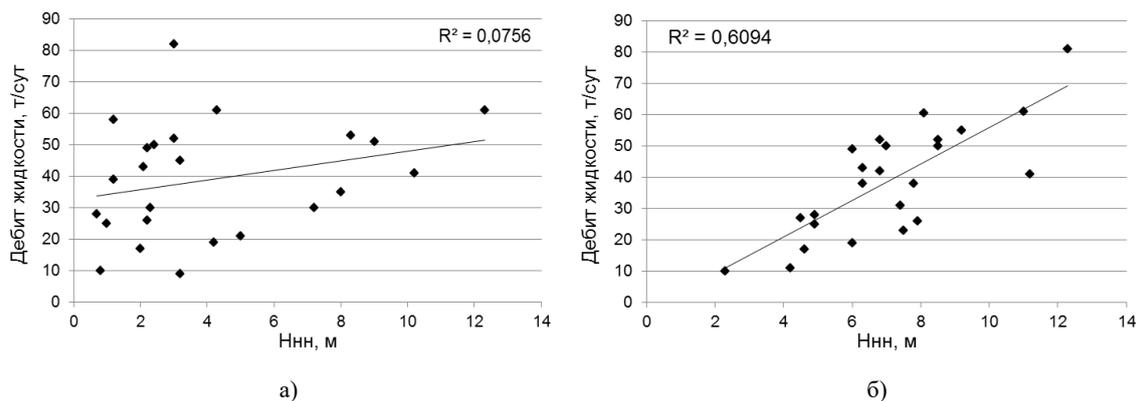


Рис. 1 Зависимость входного дебита жидкости от нефтенасыщенных толщин по УГМ (а) и по АМ (б)

Это говорит о более высокой точности, а значит и о более высоких прогностических свойствах АМ. Отметим, что повышение точности авторской модели обусловлено двумя факторами. Первое, это использование большего объёма данных, часть из которых имеет меньшую неопределённость. И второе, все расчёты проведены на основе принципиально иной седиментологической модели – клиноформного строения залежи. Накопленный опыт за последние 15–20 лет в области геологического моделирования убедительно показал, что только адекватная гипотеза о седиментологии отложений представляет единственную объективную основу для интерпретации и верификации разных видов данных.

Как следует из геологического строения пластов БВ<sub>10-11</sub>, представленного в 3D АМ, отсутствие взаимовлияния между добывающими и нагнетательными скважинами объясняется вскрытием разных пластов. Авторская модель даёт более точные обоснования для проектирования геолого-технических мероприятий и, в первую очередь, системы заводнения. Уточнение петрофизической модели с привлечением новых керновых данных и данных по вновь пробуренным скважинам, позволит провести переинтерпретацию ГИС по всему фонду скважин, что, в свою очередь, позволит построить более точную трехмерную геологическую модель. Дальнейшее уточнение 3D геологической модели позволит существенно повысить эффективность разработки.

#### Литература

1. Гурари Ф.Г. Строение и условия образования клиноформ Западно-Сибирской плиты (история становления представлений). – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2003. – 141 с.
2. Брадучан Ю.В. Стратиграфический очерк. Верхняя юра. Неком (берриас–готерив) // Атлас моллюсков и фораминифер морских отложений верхней юры и некома Западно-Сибирской нефтегазоносной области. – М.: Недра, 1990. – Т. 1. – С. 5–49.
3. Гишгорн Л.Ш. Соседков В.С. Условия формирования песчаных тел в склоновых отложениях некомской толщи севера Западной Сибири // Геология нефти и газа, 1990. – № 3. – С. 26–29.
4. Карогодин Ю.Н. Системная модель стратиграфии нефтегазоносных бассейнов Евразии. Мел Западной Сибири. – Новосибирск: Гео, 2006. – Т. 1. – 166 с.
5. Белкин Н.М. Изучение региональных особенностей и обоснование единой сейсмогеологической модели клиноформного комплекса Шаимско-Красноленинского региона и Среднего Приобья // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири, 2014. – №2 (18). – С. 51–57
6. Филатова И.М., Захарова Л.М., Сорокин К.А. Уточнение геологического строения и перспектив нефтегазоносности отложений клиноформных резервуаров АС<sub>7</sub> и АС<sub>10-12</sub> Карабашской поисковой зоны. Пути реализации нефтегазоносного потенциала ХМАО–Югры // Материалы XIX научно-практической конференции – Т. 1 – Ханты-Мансийск, 2016. – С. 260–271.

ОЦЕНКА ГЕНЕРАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ПОРОД ХАТЫСПЫТСКОЙ СВИТЫ ВЕНДА НА  
СЕВЕРО-ВОСТОКЕ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Д.С. Мельник\*

Научный руководитель старший научный сотрудник Т.М. Парфенова\*\*  
Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия  
Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, г. Новосибирск, Россия

Хатыспытская свита венда распространена на территории Оленекского поднятия на северо-востоке Сибирской платформы. Она была выделена в 1954 г. в ходе крупномасштабных геолого-съемочных работ [1, 2]. Уже в 1960-х годах была установлена ее обогащенность органическим веществом (ОВ) [8]. Дальнейшее исследование геохимии ОВ и пород хатыспытской свиты проводились на небольшом объеме фактического материала [3, 4, 9, 10, 11]. Цель настоящей работы – выявить особенности состава пород, рассмотреть распределение ОВ в разрезах, оценить породы хатыспытской свиты как возможный источник нефти и газа на территории северо-востока Сибирской платформы.

Коллекция пород хатыспытской свиты была отобрана из естественных обнажений на р. Хорбусуонка и ее притоках в ходе экспедиционных работ в 2009 г. сотрудниками ИНГГ СО РАН (рис. 1). В 2017 г. при участии автора начато детальное изучение ОВ пород в лаборатории геохимии нефти и газа ИНГГ СО РАН. Проанализировано 43 образца. Было определено содержание органического углерода ( $C_{орг}$ ) и битумоида, дана пиролитическая характеристика пород и нерастворимых в соляной кислоте остатков (НО), получены результаты битуминологических исследований.

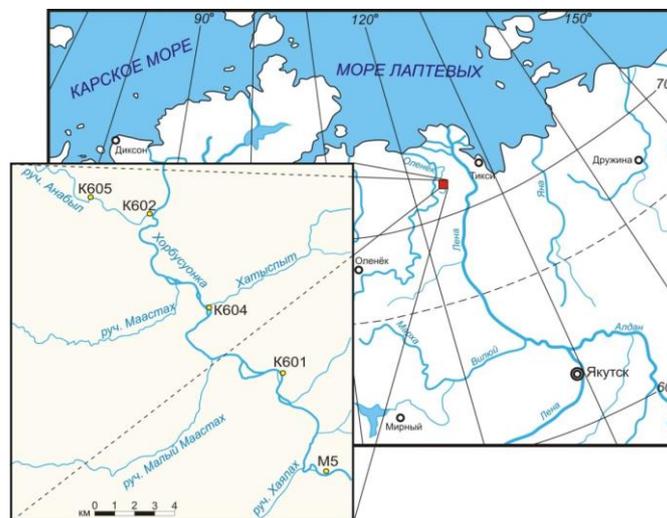


Рис. 1 Схема отбора образцов пород хатыспытской свиты

Установлено, что разрез хатыспытской свиты сложен преимущественно известняками, нередко кремнистыми, доломитистыми. В отложениях присутствуют доломиты известковистые. Породы из обнажения K605 (верхняя часть разреза) являются силицитами известковистыми. В целом по разрезу содержание нерастворимого остатка варьирует в пределах от 1,5 до 87,0%, в среднем составляя 20,7%. Минимальное содержание органического углерода составляет 0,02% (известняк), максимальное – 1,99% (кремнисто-известковая порода), среднее – 0,33%. В 22 образцах значения  $C_{орг}$  превышают кларковые (по Н.Б. Вассоевичу, для карбонатных пород – 0,2% [5]). Такие породы хатыспытской свиты отнесены к обогащенным ОВ. Его распределение по разрезу, в целом, неравномерное. Породы с высокими значениями  $C_{орг}$  встречаются, как правило, в верхней части разреза. Явной прямой связи между содержанием органического углерода и концентрацией нерастворимого остатка не выявлено ( $R=0,28$ ).

Битумоид экстрагирован хлороформом из 33 образцов порошков пород. Значения выхода битумоида ( $b_{хл}$ ) лежат в пределах от 0,005 до 0,125%, в среднем составляя 0,032%. Выявлена прямая зависимость  $b_{хл}$  от  $C_{орг}$  ( $R=0,62$ ). Это один из критериев выделения нефтематеринских толщ. Величины битумоидного коэффициента ( $\beta$ ) варьируют от низких 0,9% до высоких 47,4% (среднее равно 11,8%). Такое изменение значений  $\beta$  свидетельствует о присутствии в породах хатыспытской свиты мигрировавших битумоидов, возможной первичной и/или вторичной миграции нефтяных компонентов. Известно, что аномально высокие значения  $\beta$  могут быть связаны с реализацией генерационного потенциала обедненных ОВ пород: 47,4% при  $C_{орг}=0,02\%$ ; 26,1% при  $C_{орг}=0,02\%$ ; 29,07% при  $C_{орг}=0,03\%$  и т.д. Следует подчеркнуть, что породы с высоким битумоидным коэффициентом ( $>15\%$ ), как правило, имеют преимущественно карбонатный состав ( $НО < 10\%$ ).

В битумоидах чаще преобладают смолистые компоненты (от 42,6 до 83,7%, в среднем 62,4%). Содержание углеводородов (УВ) варьирует от 16,3 до 57,4% (среднее равно 33,9%). Среди них доминируют насыщенные УВ. Содержание асфальтеновых компонент достигает 28,8%, но в среднем составляет всего 7,4%. Для некоторых образцов ввиду маленькой навески оно не определялось.

Проведен пиролиз на установке SR Analyzer. Выполнена интерпретация фактического материала по известным методикам [6, 7, 12]. Получены удовлетворительные результаты для 18 образцов пород и 19 образцов

нерастворимых остатков. Обнаружено, что на пирограммах отчетливо видны пики  $S_1$  («битумоидной» составляющей) и  $S_2$  («керогеновой» составляющей). Зафиксировано типовое для нефтематеринских пород распределение ОВ на пирограммах, где  $S_1 < S_2$ . Выявлены характерные для потенциально нефтематеринских отложений зависимости:  $S_1$  от  $C_{орг}$  ( $R=0,89$ ),  $S_2$  от  $C_{орг}$  ( $R=0,96$ ) и  $S_2$  от  $S_1$  ( $R=0,89$ ). В некоторых случаях первый пик сильно превышает второй. Последний нередко имеет осложняющий пик в левой части. Особенно хорошо это видно на пирограммах НО. Нетипичные для нефтематеринских пород пирограммы косвенно свидетельствуют о миграционной природе битумоида. Для пород значения  $S_1$  варьируют от 0,02 до 0,35 мг УВ/г породы (среднее равно 0,11 мг УВ/г породы), а значения  $S_2$  – от 0,21 до 9,15 мг УВ/г породы (среднее равно 1,84 мг УВ/г породы). Значения индекса продуктивности  $PI$  лежат в широких пределах от 0,03 до 0,22, в среднем составляя 0,09. Установлена прямая зависимость индекса продуктивности от битумоидного коэффициента ( $R=0,63$ ). Температуры максимального выхода УВ ( $T_{max}$ ) варьируют от 431 до 439 °С, что соответствует началу мезокатагенеза ОВ. Это указывает, что ОВ входило в главную зону нефтеобразования. Значения водородного индекса  $HI$  лежат в пределах от 45 до 418 мг УВ/г  $C_{орг}$  (среднее равно 175 мг УВ/г  $C_{орг}$ ), что, в целом, отвечает ОВ типа II, т.е. аквагенному морскому. Для половины образцов (9 из 18) наблюдаются пониженные значения  $HI < 150$  мг УВ/г  $C_{орг}$ . Возможно, это связано с окислением ОВ на этапах седиментогенеза и диагенеза. Чередование пород с высокими и низкими значениями  $HI$  свидетельствует об изменении окислительно-восстановительных условий при формировании осадка, возможно, с особенностями живого докембрийского вещества. Это предстоит выяснить в ходе дальнейшего исследования ОВ.

Выводы. Установлено, что хатыспытская свита неравномерно обогащена автохтонным аквагенным ОВ, в породах часто присутствует мигрировавший битумоид, уровень зрелости ОВ отвечает началу главной зоны нефтегенерации. Таким образом, показано, что породы венда следует рассматривать как потенциально нефтематеринские.

#### Литература

1. Гусев А.И. Геология, угленосность и нефтеносность низовьев реки Оленек // Труды НИИГА, 1950. – Т. 1. – 100 с.
2. Журавлев В.С., Сороков Д.С. Литолого-стратиграфическое подразделение кембрийских отложений Оленекского сводового поднятия // Сборник статей по геологии Арктики. Труды НИИГА, 1954. – Вып. 3. – Т. 43. – С. 27–48.
3. Каширцев В.А. Органическая геохимия нефтидов востока Сибирской платформы. – Якутск: ЯФ изд-ва СО РАН, 2003. – 160 с.
4. Конторович А.А., Каширцев В.А., Филп Р.П. Биоопаны в отложениях докембрия северо-востока Сибирской платформы // Доклады РАН, 1995. – Т. 345. – №1. – С. 106–110.
5. Конторович А.Э. Геохимические методы количественного прогноза нефтегазосности // Труды СНИИГГиМСа. – Москва: Недра, 1976. – Вып. 229–250 с.
6. Лопатин Н.В., Емец Т.П. Пиролиз в нефтегазовой геохимии. – М.: Наука. – 1987. – 143 с.
7. Меленевский В.Н. Методические рекомендации по применению пиролитических методов моделирования в органической геохимии. – Новосибирск, 1991. – 50 с.
8. Натапов Л.М. Отложения типа доманиковой формации на северо-востоке Сибирской платформы // Советская геология, 1962. – №11. – С. 110–112.
9. Успехи органической геохимии: Материалы Всероссийской научной конференции Новосибирск, 11-15 октября 2010 г. / Т.М. Парфенова, Б.Б. Кочнев, К.Е. Наговицин и др. – Новосибирск: ИНГТ СО РАН, 2010. – С. 265–268.
10. Cui H., Grazhdankin D., Xiao Sh., Peek S., Rogov V., Bykova N., Sievers N., Liu X., Kaufman Al. Redox-dependent distribution of early macro-organisms: Evidence from the terminal Ediacaran Khatyspyt Formation in Arctic Siberia // *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 2016. – №461. – P. 122–139.
11. Duda J.-P., Thiel V., Reitner J., Grazhdankin D. Opening up a window into ecosystems with Ediacara-type organisms: preservation of molecular fossils in the Khatyspyt Lagerstätte (Arctic Siberia) // *Palaontologische Gesellschaft*, 2016. – P. 659–671.
12. Peters K.E. Guidelines for evaluating source rock using programmed pyrolysis // *Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, 1986. – V. 70. – P. 318–329.

**АНАЛИЗ ВЫРАБОТКИ ЗАПАСОВ НЕФТИ ИЗ ПЛАСТА АС<sub>12</sub> ПРИОБСКОГО НЕФТЯНОГО  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**Д.М. Минин, К.К. Чепала**

Научный руководитель доцент Г.Ф. Ильина

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Приобское нефтяное месторождение находится в центральной части Западно-Сибирской равнины. В административном отношении месторождение расположено в Ханты-Мансийском районе Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области РФ. Основными нефтегазоносными объектами в разрезе Приобского месторождения являются неокомские отложения, в частности, серия пластов АС<sub>7</sub> - АС<sub>12</sub>. Для пластов характерна резкая изменчивость литолого-физических свойств пород-коллекторов, как по разрезу, так и по латерали, что обусловлено условиями их формирования в краевой части палеошельфа и склона аккумулятивной террасы. Продуктивность неокомских отложений Приобского месторождения определяется наличием в разрезе проницаемых пластов-коллекторов. Залежь нефти продуктивного пласта АС<sub>12</sub> охватывает практически всю территорию лицензионного участка, её размеры составляют 67,3 км с севера на юг и 53,2 км с запада на восток по самой длинной оси. Площадь залежи 2107 км<sup>2</sup>. Перепад отметок кровли продуктивного пласта по площади составляет 326 м, от минимальной -2420 м (район скважины 430) до -2751 м (район скважины 611). Залежь вскрыта 1286 скважинами.

Коллекторы продуктивного пласта представлены серией линзовидных песчаных тел, невыдержанных по простиранию. Их формирование происходило в фондоформной части циклита АС<sub>12</sub>. На площади залежи отмечается наличие пяти локальных малоразмерных зон отсутствия коллекторов. Восточная граница осложнена двумя узкими полосами зон замещения. Эффективные нефтенасыщенные толщины варьируют в пределах от 0,4 м (скважина 3744) до 55,7 м (скважина 2246), в среднем по залежи составляя 13 м. На площади отмечается две области развития максимальных нефтенасыщенных толщин. Одна в зоне сочленения южной части правобережного эксплуатационного участка и острова, другая – в зоне эксплуатационного участка в левобережной части площади. Песчаность пласта составляет в среднем 0,21 при коэффициенте расчлененности пласта, равным 8. Дебиты нефти при испытании пласта в колонне изменяются от единиц м<sup>3</sup>/сут до 48 м<sup>3</sup>/сут в скважине 262 на 6 мм штуцере.

Основными породообразующими минералами рассмотренных продуктивных пластов являются кварц и полевые шпаты с некоторым преобладанием полевых шпатов. Цементируются породы в основном глинистым материалом хлоритового состава с примесью гидрослюд и каолинита. Различия в коллекторских свойствах пластов связаны с литологическими факторами (гранулометрия, степень неоднородности пласта и другие) (табл. 1, 2, 3).

**Таблица 1**

**Гранулометрический состав пород пласта АС<sub>12</sub> Приобского месторождения**

Пласт	Гранулометрический состав пород, %						Суммарное содержание фракции, мм			SO	Md, мм
	>0.5мм	0.5-0.25	0.25-0.1	0.1-0.05	0.05-0.01	<0.01	>0.1	0,1-0.01	<0.01		
АС <sub>12</sub>	0.21	2.32	34.26	32.74	19.60	11.39	36.4	52,3	11.3	1.798	0.082

**Таблица 2**

**Минералогический состав обломочной части пород-коллекторов пласта АС<sub>12</sub>  
Приобского месторождения**

Пласт	Породообразующие минералы, %			
	Кварц	Полевые шпаты	Обломки горных пород	Слюды
АС <sub>12</sub>	44.5	44.3	10.1	1.9

**Таблица 3**

**Распределение числа анализов коллекторских свойств по пласту АС<sub>12</sub> Приобского месторождения**

Пласт	В целом по пласту				В эффективной части			
	Кол-во скважин	Кп. откр.	Кпр	Квс	Кол-во скважин	Кп. откр.	Кпр	Квс
АС <sub>12</sub>	78	3780	2864	1928	73	2439	2013	1490

Повышение извлекаемых запасов углеводородов является одной из самых актуальных и важных задач в нефтедобывающей промышленности. Продление срока службы скважины является также важной задачей, потому что эксплуатационная нефтяная скважина является очень дорогим и технически сложным сооружением. Блок добывающих скважин Северо-Западной части Приобского нефтяного месторождения, согласно данным по разработке, имеет низкий дебит флюида – менее 10 т/сут и высокую обводненность – более 90%. Эксплуатация скважин с дебитом менее 10 т/сут не рентабельна. Для увеличения извлекаемых запасов и продления срока службы скважин, а также контроля за процессом разработки применяется метод индикаторных исследований.

Данный метод позволяет оценивать фильтрационно-емкостные свойства пластов, распределение

фильтрационных потоков, скорость движения фронта воды, устанавливать гидродинамическую связь между добывающими и нагнетательными скважинами. На основании полученных данных возможно регулирование системы разработки месторождения, производить оптимизацию работы системы ППД, устанавливать источник обводнения скважин, уточнять геологическое строение продуктивного пласта (рис. 1).

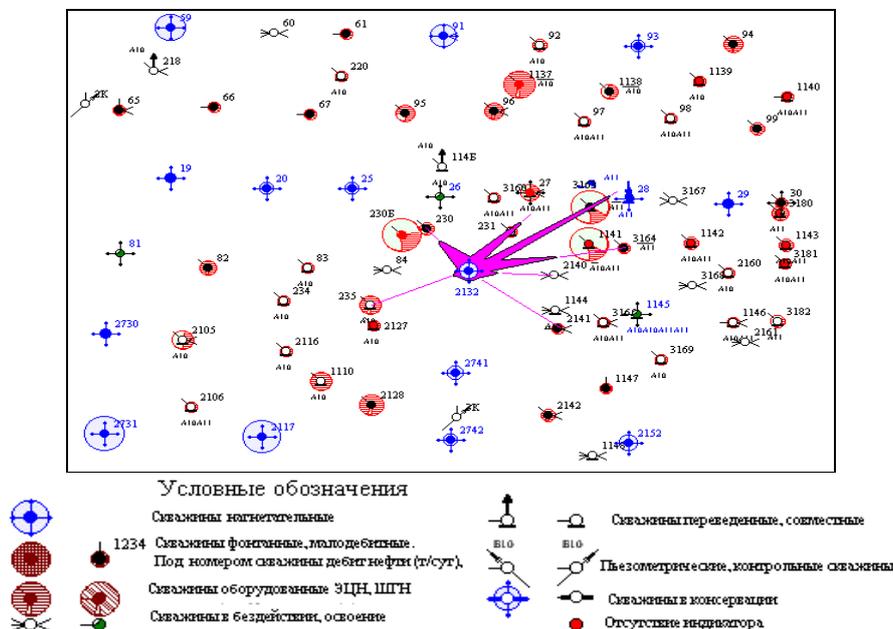


Рис. 1 Розы-диаграммы распределения основных потоков фильтрации на исследуемом участке в районе нагнетательной скважины 2132 пласта АС<sub>12</sub> Приобского месторождения

Трассирование фильтрационных потоков по направлениям осуществляется следующим образом: в восточной части Левобережного участка (район скважин 1765, 2132 и 28) фильтрация осуществляется в северо-западном направлении, в юго-восточной части Левобережного эксплуатационного участка Приобского месторождения. В ходе исследований на левобережном участке обнаружена гидродинамическая связь между пластами АС<sub>11</sub> и АС<sub>12</sub>, что, скорее всего, связано с наличием заколонных перетоков в нагнетательных или добывающих скважинах. Одним из таких участков является район нагнетательной скважины № 2132. При закачке индикатора в перфорированные пласты АС<sub>10</sub> и АС<sub>12</sub> скважины № 2132, наблюдался вынос индикаторной жидкости в продукции добывающих скважин № 230, 3163, 3164 перфорированных только на пласт АС<sub>11</sub>. На основании индикаторных исследований, проведенных на Левобережном эксплуатационном участке, делается вывод о том, что наибольшая гидродинамическая активность существует на объектах пласта АС<sub>11</sub>. Выработка пласта АС<sub>11</sub> происходит намного быстрее, чем пластов АС<sub>10</sub> и АС<sub>12</sub>.

Геология месторождения такова, что запасы нефти распределены неравномерно как по площади месторождения, так и по разрезу. Коллекторские свойства пластов сильно меняются от участка к участку, что влияет на выработку запасов. На Правом берегу в основном вырабатывается пласт АС<sub>11</sub>. На севере горизонт АС<sub>10</sub> практически отсутствует. Пласт АС<sub>11</sub> на Правобережном участке характеризуется лучшими условиями вытеснения по сравнению с пластами АС<sub>10</sub> и АС<sub>12</sub>. На Островном участке вырабатывается пласт АС<sub>12</sub>. По мере вовлечения в разработку Островного участка, с преобладанием пласта АС<sub>12</sub>, будет происходить увеличение темпов отбора по данному горизонту и равномерное снижение темпов по пласту АС<sub>11</sub>. Таким образом, темпы отбора будут изменяться в соответствии со степенью ввода пластов в разработку, что указывает на равномерность выработки запасов по горизонтам. В целом на Левобережном участке выработка запасов идет меньшими темпами (4,23%), чем на других участках разработки. На Левом берегу в основном вырабатываются пласты АС<sub>12</sub> и АС<sub>10</sub>. Кроме того в разбуренной части Левого берега выделяются несколько кустов с ухудшенной выработкой запасов (кусты №140, 104, 107, 108, 101, 102).

Выводы:

По результатам работ будут определены:

- количественная оценка дебита скважин и их контрольных параметров;
- повышение извлекаемых запасов УВ;
- рекомендации по дальнейшей эксплуатации скважины.

#### Литература

1. Дворкин В.И., Орлинский Б.М. Обработка результатов ГИС, анализ выработки запасов нефти и разработка рекомендаций по совершенствованию разработки Мамонтовского и Приобского месторождений // Отчет ОАО НПФ «Геофизика». – Уфа, 2003. – 782 с.

**НЕФТЕГАЗОНОСНЫЕ КОМПЛЕКСЫ И КОЛЛЕКТОРСКИЕ СВОЙСТВА КОЛЛЕКТОРОВ  
ШЕЛЬФА БАРЕНЦЕВА И КАРСКОГО МОРЕЙ**

**Е.И. Михайлов**

Научный руководитель доцент Т.Б. Микерина  
Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия

В работе проводится сравнение геологического строения нефтегазоносных комплексов (НГК) шельфа Баренцева и Карского морей на основе данных бурения и геофизических исследований скважин (ГИС). Дается характеристика и проводится сравнение фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) пород-коллекторов различных нефтегазоносных комплексов. Цель работы – сравнение условий залегания углеводородного сырья (УВ) сырья в данных провинциях. Задачи: выделить особенности литологического состава пород нефтегазоносных комплексов шельфа Баренцева и Карского морей; дать сравнительную характеристику фильтрационно-емкостных свойств коллекторов нефтегазоносных комплексов.

**Территория исследования.**

*Тимано-Печорская нефтегазоносная провинция (НГП).* В пределах Печороморского шельфа выделяются следующие нефтегазоносные комплексы: верхнесилурийско-верхнедевонский комплекс, представленный терригенно-карбонатными отложениями; верхнедевонско-нижнекаменноугольный и нижнекаменноугольно-нижнепермский комплексы, сложенные карбонатными отложениями; терригенные нижнепермско-среднеюрский и верхнеюрско-меловой. Последний нефтегазоносный терригенный комплекс перспективно отмечен только в северной части акватории, где его мощность составляет от 400 до 1000 м. Флюидоупорами для комплексов служат глинисто-алевритовые отложения кыновско-саргаевского возраста, сульфатно-доломитовая толща визейско-серпуховского возраста, глинисто-доломитовые отложения позднеартинско-кунгурского времени, глинисто-алевритовая толща раннетриасового и глинистая толща позднеюрского возрастов [1].

*Восточно-Баренцевская НГП.* В пределах данной зоны выделяются следующие нефтегазоносные (НГК) комплексы: терригенно-карбонатный нижне- и верхнедевонский; средне-верхнедевонский-нижнепермский, который условно подразделяется на средне-верхнедевонский вулканогенно-терригенный и нижнекаменноугольно-нижнепермский карбонатный; верхнепермский-триасовый, среднеюрский и нижнемеловой, представленные породами терригенного состава. В Восточно-Баренцевоморской НГП девонский и средне-верхнедевонский-нижнепермский НГК бурением не изучены (Холодилов В.А., 2006 г.). Все породы-коллекторы разделены региональными, субрегиональными и зональными глинистыми покрывками, которые представлены черными глинами (верхнеюрский водоупор, толщина от 342 до 438 м), глинами и аргиллитами (батский водоупор, толщина до 300 м; третья покрывка – отдельные пропластки аналогичного состава с суммарной мощностью 85 м). Все эти породы-покрывки обладают достаточными экраняющими качествами для формирования скоплений углеводородов.

*Западно-Баренцевская НГП.* В провинции выделяются следующие нефтегазоносные комплексы: палеозойский, представленный карбонатно-терригенными породами; верхнедевонский-нижнепермский, терригенно-карбонатный по составу; верхнепермско-триасовый и юрско-меловой, имеющие терригенный состав. Региональными, субрегиональными и зональными покрывками здесь служат глинистые и аргиллитовые плохо проницаемые пропластки того же возраста, что и в Восточно-Баренцевской НГП [2].

*Южно-Карская нефтегазоносная область (НГО).* Всего здесь выделяется 10 нефтегазоносных комплексов: верхнепалеозойский, триасовый, нижне-среднеюрский, васюганский, баженовский, ачимовский, неокомский (готерив-барремский), аптский, альб-сеноманский и турон-сеноманский. Однако основными региональными и субрегиональными комплексами являются шесть: нижне-среднеюрский, верхнеюрский (васюганский), берриас-валанжинский (ачимовский), неокомский, аптский и альб-сеноманский. Данные коллекторы представлены терригенными образованиями.

*Ямало-Гыданская, Южно-Ямало-Мессояхинская ГНО.* В месторождениях, обнаруженных в пределах Обской губы – Каменномысском-море, Северо-Каменномысском, Обском – в настоящее время установлена газонасыщенность только сеноманских отложений, а на Чугоряхинском месторождении в Тазовской губе, кроме того, еще и в барремских отложениях. По аналогии с месторождениями сопредельной суши здесь предполагается продуктивность также неокомских и нижне-среднеюрских отложений [1]. В связи с этим, в данной зоне условно можно выделить четыре значительных возможно нефтегазоносных комплекса: средне-верхнепалеозойский, триасово-юрский, нижнемеловой и верхнемеловой.

**Характеристика коллекторов**

Данные о фильтрационно-емкостных свойствах коллекторов, представленными отложениями палеозойско-мезозойского возраста, вскрытыми на шельфе, указывают на широкое распространение коллекторов как в терригенных, так и в карбонатных толщах.

Комплекс раннекаменноугольного-раннепермского возраста – главный продуктивный комплекс в юго-восточной части шельфа Печорского моря представлен рифогенными и органогенными известняками. К данному району относится нефтегазоносный район Приразломного нефтяного месторождения. В последнем и других выявленных месторождениях установлено три пласта-коллектора – продуктивные горизонты – I, II и III). Выделенные в главном продуктивном горизонте биокластические известняковые пропластки различного возраста характеризуются следующими показателями ФЕС: пористость – от 15,9 до 20,5%; проницаемость по воздуху – от  $7,7-9,1 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup> до  $60-90 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>, а по отдельным пропласткам до  $140 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>.

Для пород-коллекторов в Восточно-Баренцевской НГП характерны следующие показатели: к отложениям среднего триаса относятся коллекторы с пористостью до 20-30%, проницаемостью до  $100 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup> при газонасыщенности 67 %. Данные породы образуют выдержанные продуктивные горизонты [1]. О среднеюрском

комплексе и о фильтрационно-емкостных свойствах пород, его слагающих, дают представление результаты исследований разреза пород-коллекторов основного среднеюрского комплекса Штокмановского месторождения, где выделенные продуктивные пласты прослеживаются и на соседних месторождениях. Пласт Ю0 представлены песчаниками среднекембрийского возраста в верхней и средней частях и переслаиванием алевролитов – в нижней части. Последние представлены фациями барово-островной зоны. Пласт Ю1 сложен алевролитами байосского возраста (нижняя часть) и песчаниками (верхняя часть) и принадлежит к отложениям фаций постепенного обмеления морского бассейна, формирования барьерных баров и продолжительного стояния береговой линии (Холодилов В. А., 2006 г.). Пласт Ю2 сложен, главным образом, песчаниками позднеааленского возраста и представлен фациями переходного типа (лагунные или фации палеорусел). Пласт Ю3 сложен пачками песчаников раннеааленского возраста, которые относятся к фациям зарастающих лагун или палеорусел. Коллекторские свойства этих пластов определялись по данным ГИС и анализам керн. Показатели ФЕС отложений представлены на рисунке.

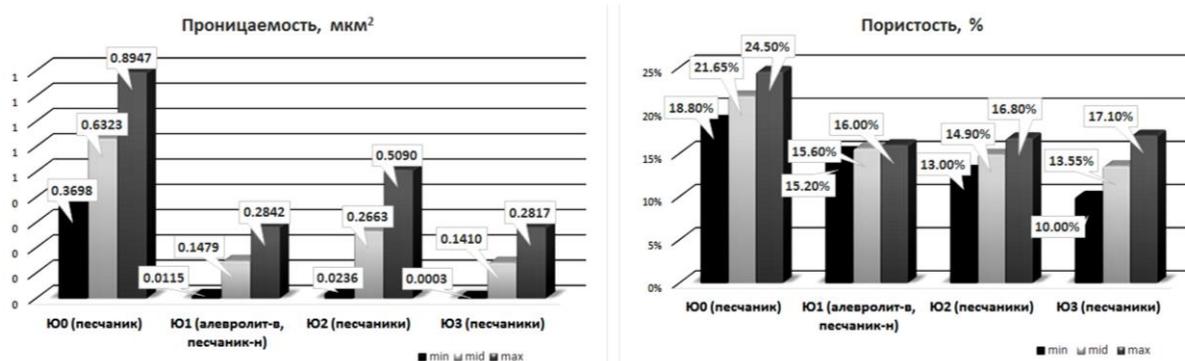


Рис. 1 Показатели ФЕС коллекторов Штокмановского месторождения

При сравнении фильтрационно-емкостных свойств пород-коллекторов Восточно-Баренцевской и Западно-Баренцевской НГП были отмечены следующие закономерности. Для первой провинции в среднетриасовых отложениях распространены коллекторы, которые по классификации А.А. Ханина, относятся к коллекторам III класса (пористость – 20-30% и проницаемость до 0,100 мкм<sup>2</sup>). Отложения Западно-Баренцевской НГП характеризуются более низкими значениями пористости – 16% при более высокой проницаемости, которая превышает данные значения для Восточно-Баренцевской НГП более чем в три раза (0,354 мкм<sup>2</sup>).

При сравнении ФЕС коллекторов Восточно-Баренцевской НГП и Южно-Карской НГО были использована информация по Штокмановскому, Ленинградскому и Русановскому месторождениям. По пористости отложения нефтегазоносных комплексов выше представленных месторождений отличаются следующими показателями: для Штокмановского месторождения среднее значение достигает 13%, Ленинградского – 25,5%, Русановского – 20,5%. Для проницаемости соответственно это цифры составляют 0,340 мкм<sup>2</sup>; 0,182 мкм<sup>2</sup> и 0,172 мкм<sup>2</sup>. Из этого следует, что в целом высокими качествами отличаются коллекторы Ленинградского месторождения, относящегося к Южно-Карской НГО. Показатели для Русановского месторождения отличаются от последних, но незначительно.

**Заключение.** В работе были рассмотрены ФЕС пород-коллекторов в акваториальной части Тимано-Печорского НГБ, в Восточно-Баренцевской, Западно-Баренцевской НГП, а также в Южно-Карской, Ямало-Гыданской и Южно-Ямало-Мессояхинской ГНО. Более высокими показателями отличаются породы, принадлежащие Южно-Карской НГО (уникальные газоконденсатные месторождения Русановское и Ленинградское; средние значения открытой пористости пород-коллекторов на Русановском месторождении изменяются от 20% до 21%, а на Ленинградском от 24% до 27%). Проницаемость в аптских коллекторах составляет в среднем 0,33 мкм<sup>2</sup>, в альбских – 0,16 мкм<sup>2</sup>, в сеноманских – 0,06 мкм<sup>2</sup>, причем в направлении с севера на юг, в сторону Пайхойско-Таймырской седловины, происходит увеличение пористости на фоне уменьшения проницаемости.

#### Литература

1. Захаров, Е.В., Холодилов В.А., Толстиков А.В. Перспективы нефтегазоносности ниже-среднетриасовых и среднеюрских отложений Баренцева моря // Геология, геофизика и разработка нефтегазовых месторождений, – М., 2004. – № 9. – С. 6–9.
2. Холодилов В.А. Геология, нефтегазоносность и научные основы стратегии освоения ресурсов нефти и газа Баренцева и Карского морей: Дис. ... канд. геол.-минер. наук. – М., 2006. – 217 с.

**УТОЧНЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ЗАПАДНО-ЯКУТСКОЙ БАРЬЕРНОЙ РИФОВОЙ СИСТЕМЫ С ЦЕЛЬЮ ПОИСКОВ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ НА НЕФТЬ И ГАЗ**

**О.А. Никитин, М.А. Пирожкова, Д.М. Савчик**

Научные руководители: главный специалист Н.Ф. Каячев, главный инженер Н.М. Дадакин  
**ООО «КрасноярскНИПИнефть», г. Красноярск, Россия**

Формирование и развитие нефтегазового комплекса Восточной Сибири и реализация перспективных проектов выхода России на азиатско-тихоокеанский энергетический рынок являются одними из важнейших составных частей энергетической стратегии России на период до 2025 г. Для достижения этой цели необходимо наращивание ресурсной базы за счет слабо изученных районов республики Саха (Якутия). Перспективы нефтегазоносности отложений осадочного чехла Восточной Сибири в пределах Лено-Тунгусской НГП обусловлены несколькими нефтегазоносными комплексами: рифейским, вендским, кембрийским и мезозойским. Данная работа посвящена исследованию Западно-Якутской барьерной рифовой системы, которая характеризуется низкой изученностью и при этом обладает высоким нефтегазоносным потенциалом.

Упоминания о кембрийских «рифовых известняках» на территории Сибирской платформы встречаются с 30-х годов прошлого столетия. Несмотря на относительно систематическое целенаправленное изучение стратиграфии, литологии и палеогеографии кембрия указанной территории, позволившее обосновать и выделить Западно-Якутскую рифовую систему как крупнейшую структурно-формационную единицу (СНИИГГиМС), многие вопросы «кембрийской рифовой проблемы» остались не изученными (Сухов и др., 2007).

Идея выделения рифовых образований стала закономерным отражением, с одной стороны, мировой практики изучения и промышленной разработки такого типа резервуаров, а с другой, сложившихся к концу 60-х началу 70-х годов представлений о фациальной зональности кембрийских отложений на территории всей Сибирской платформы. Даже скудость в те годы данных об образованиях «переходной» зоны не помешала М.М. Грачевскому, С.С. Эллерну, В.Е. Савицкому [4] и др. высказать предположение, что Анабаро-Синский карбонатный пояс представляет собой не что иное, как гигантскую рифовую систему, непрерывно пролегающую на многие сотни километров и сходную с нефтегазоносными рифовыми системами других районов мира. Положение рифовой системы приведены различными исследователями, главным образом ФГУП «СНИИГГиМС» и в последующем ГУГП «Якутскгеология» в обобщенном виде [3].

В рамках работы был проанализирован большой объем геолого-геофизической информации – пересмотрены стратиграфические разбивки в скважинах; на основании описаний керна была дана литологическая характеристика свит кембрия, где особенное внимание уделялось рифовым отложениям; по данным сейсморазведки выделены непосредственно рифовые тела, а также построены структурные карты с учетом пробуренных скважин; построены схемы корреляций и планшеты с выделением высокопродуктивных интервалов; проанализированы данные испытаний.

Исследуемая территория имеет крайне низкую степень изученности, как сейсморазведочными работами, так и глубоким бурением. Весь объем сейсмического материала был проанализирован на качество в результате только 42% профилей имеют хорошее качество, однако из них только несколькими пересечен Западно-Якутский рифовый комплекс; 71% профилей имеет степень кратности ниже 12, остальные 29% – ниже 60.

В тектоническом отношении изучаемая территория приурочена к древней Сибирской платформе и простирается от Анабарской антеклизы до Алданской, через Ыгыаттинскую, Кемпендяйскую впадины и Вилюйскую синеклизу [1]. Фундамент сложен архейскими и нижнепротерозойскими метаморфическими и магматическими породами. Переходный комплекс и осадочный чехол представлены отложениями от рифейских до четвертичных. Осадочный чехол расчленяется на шесть крупных структурно-формационных комплексов – юрский, триасовый, верхнепалеозойский, среднепалеозойский, венд-нижнепалеозойский и рифейский. Мощность осадочного чехла достигает 7-12 км в наиболее прогнутых частях платформы.

В литологическом отношении собственно рифовые отложения представлены удачинской свитой нижнего кембрия [2]. Она сложена биогермными известняками, обломочными известняками, загипсованными алевритистыми доломитами с глинистыми и мергелистыми прослоями.

Расчленение и корреляция отложений являются главнейшими направлениями исследований, которые обеспечивают тот пространственно-временной каркас или стратиграфическую основу, на которую опираются палеогеографические, тектонические, литологические и многие другие построения. Схемы корреляции позволяют отразить вертикальную и горизонтальную зональность геологического строения кембрийских отложений площади исследований.

Прямое геологическое картирование рифовых отложений Западно-Якутской рифовой системы невозможно, бурение глубоких скважин проводится крайне фрагментарно, и поэтому именно сейсморазведка становится главным и ведущим методом в изучении рифовых систем кембрия Восточной Сибири.

На основании проведенного анализа были построены фациальные схемы кембрия на нескольких стратиграфических уровнях, уточнили контур рифа, его геометрию, проградацию и выделили комплексы.

По структурно-вещественным признакам выделяются собственно рифовые, зарифовые фашии, фашии предрифового склона, внешнего шельфа и глубоководного бассейна. Западно-Якутская барьерная рифовая система, а также рифовые системы, обрамляющие Далдыно-Мархинскую карбонатную банку, являются рифовыми сооружениями окраинного типа, они резко асимметричны. Западно-Якутские рифы в любое время занимали весьма узкую зону.

Западно-Якутский рифовый барьер структурно выражен в виде вала, имеющего достаточно сложный, но в целом ассиметричный профиль, наследующий длительно развивавшуюся положительную форму подводного рельефа,

в пределах которой самое высокое гипсометрическое положение занимали рифовые сооружения. Об унаследованном характере данной структуры свидетельствует резкое фациальное различие отложений юго-западного и северо-восточного склонов рифовой зоны. С юго-запада рифовые сооружения сопровождалась широкой (от 75 до 150 км) полосой мелководных отложений зарифовой отмели. Северо-восточный склон рифовой зоны, обращенный в сторону открытого моря, был значительно более крутым, флексуобразным, на что указывают резкая смена рифогенных отложений депрессионными доманикоидными и наличие оползневых образований.

Перспективы нефтегазоносности исследуемой территории предполагаются с формированием ловушек в отложениях рифового комплекса и связанных с ним склоновых и шельфовых отложений (барово-отмельных) и отложениями зарифовой области карбонатной седиментации.

Ловушки углеводородов в рифогенных отложениях связываются с отложениями удачининской свиты и отдельными рифовыми постройками (пиннаклами), которые картируются по сейсмическим данным и предполагаются в большом количестве вдоль северо-восточной окраины рифа в соответствии с месторождениями-аналогами в рифовых отложениях других бассейнов (рис. 1).

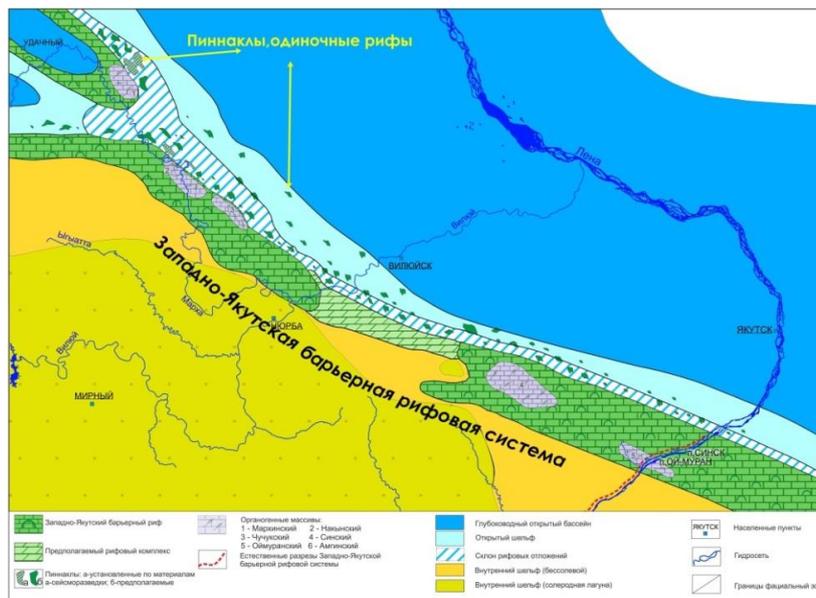


Рис. 1 Итоговая карта геолого-геофизического изучения Западно-Якутской барьерной рифовой системы

Месторождения, связанные с пиннаклами детально изучены на севере Мичиганской впадины, где более 200 одиночных рифов высотой от десятков до 180 м и площадью 0,16-2,4 км<sup>2</sup> содержат нефти около 100 млн. т и газа 40 млрд. м<sup>3</sup>. В районе Rainbow более 150 одиночных рифов высотой 120-256 м, площадью 1,5-15 км<sup>2</sup> содержат геологические запасы нефти 205 млн. т и газа 28 млрд. м<sup>3</sup>. В пределах Западно-Якутской барьерной рифовой системы отдельные рифы (или пиннаклы) практически не изучены. Месторождения УВ, связанные с фаменскими барьерными рифами Бобровско-Покровского вала (гигантская зона нефтенакпления), известны в Оренбургской области, где запасы рифов только Рубежинского прогиба составляют 80 млн. т.

Мощность удачининской свиты по скважинам изменяется от 220 до 780 метров, но по сейсмическим данным может быть гораздо выше. Нефтегазоносность отложений изучена слабо. При общей мощности вскрытых отложений 7681 м, испытано 811 м, т.е. 10,6%. При этом испытаны, в подавляющем большинстве, нижняя и средняя части разреза свиты, в которой получены притоки воды с растворенным газом, а по керну отмечается запах конденсата и темно-коричневый битум. Верхняя часть разреза в основном не испытана. Кроме этого, в разрезах свиты (до 800 м) вызывают вопросы в правильности выделения объектов для испытаний. По материалам обработки ГИС содержание коллекторов в свите в среднем составляет 20% от общего разреза.

В результате проделанной работы была уточнена геологическая модель Западно-Якутской барьерной рифовой системы, её географическое положение, а также оценены её перспективы нефтегазоносности. На данной стадии изученности невозможно выделить конкретные поисковые объекты на нефть и газ, однако территория обладает несомненным потенциалом и требует повышенного внимания в связи с необходимостью наращивания энергетического потенциала страны.

#### Литература

3. Геология и перспективы нефтегазоносности рифовых систем кембрия Сибирской платформы / В.А. Асташкин, А.И. Варламов, Н.К. Губина, А.Е. Еханин и др. – М.: Недра, 1984. – 181 с.
4. Геология и перспективы нефтегазоносности рифовых систем кембрия Сибирской платформы. – М.: Недра, 1984. – 181 с.
5. Савицкий В.Е. Геология рифовых систем кембрия Западной Якутии. – Новосибирск: СНИИГГИМС, 1979. – 153 с.
6. Сухов С.С. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Кембрий Сибирской платформы. – Новосибирск: ИНГИГ им. А.А. Трофимука СО РАН, 2016. – Т. 1. – 497 с.

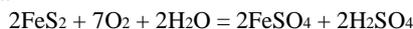
## ГИПСОТЛОЖЕНИЕ В СКВАЖИНАХ И ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЕ

Е.Г. Николаев

Научный руководитель старший преподаватель А.А. Морова  
Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

Солеотложение на скважинном оборудовании и в призабойной зоне пласта является одной из существенных проблем на месторождениях нефти в Самарской области. По химическому составу солевые отложения – это в основном сульфаты и карбонаты кальция. Основным источником солей являются пластовые и закачиваемые воды, особенно тогда, когда они химически несовместимы. Возможные механизмы образования гипса в пластовых условиях и в эксплуатационной колонне рассматриваются в работе [1]. Согласно [1], можно выделить несколько основных причин образования сульфата кальция, но практически все из этих причин связаны с изменением солевого баланса в скважине вследствие смешения вод различного состава. Как правило, пластовая вода содержит катионы кальция, а закачиваемая – сульфат-ионы, и при смешении образуется нерастворимый осадок в виде гипса.

Еще один возможный механизм образования гипса был проверен нами экспериментально. В пластовых горных породах часто встречается минерал пирит  $FeS_2$ . При взаимодействии его с водой и растворенным в ней кислородом образуется серная кислота:



Ионы серной кислоты вступают в реакцию с ионами кальция, содержащимися в закачиваемой воде, в результате чего образуется сульфат кальция, который затем может выпадать в осадок [5].

Вода является хорошим растворителем для многих веществ, но если концентрация этих веществ превышает порог растворимости, то начинается процесс их кристаллизации и дальнейшего выпадения в виде осадка. Кристаллизация – это очень сложный процесс. Поэтому одним из способов борьбы с гипсовыми осадками является воздействие на формирующийся зародыш кристаллической фазы или на кинетику роста кристалла. Механизм формирования зародышей кристаллической фазы подробно рассмотрен в работе [2]. Процесс начинается с образования атомарных кластеров в пересыщенном растворе этого вещества в результате случайных флуктуаций концентраций ионов. Из этих атомарных кластеров формируются кристаллические зародыши, которые затем растут за счет адсорбции ионов на различные, в первую очередь дефектные, участки кристалла.

Другой важной особенностью кристаллизации солей в эксплуатационных колоннах является тот факт, что местом кристаллизации, как правило, являются различного рода неровности и неоднородности скважины: перфорационные отверстия, сварные швы и т.д. Эту локализацию осадкообразования нужно учитывать при разработке методов устранения солевых осадков. Наиболее эффективным методом борьбы с осадконакоплением является применение различного рода ингибиторов солеотложения, тормозящих процесс кристаллизации солей.

Другой способ борьбы с выпадением солевых осадков – это повысить их растворимость в воде и тем самым увеличить критическую концентрацию кристаллообразования. Известно, что на растворимость солей в воде влияют температура и давление, но влияние давления на растворимость твердых и жидких веществ практически не сказывается, т.к. объем системы при этом изменяется незначительно. Только при очень высоких давлениях изменение растворимости становится заметным. Так, например, растворимость  $NH_4NO_3$  снижается почти вдвое при повышении давления до  $10^6$  кПа (т.е. приблизительно в 10000 раз больше атмосферного). Это способствует выпадению осадка в призабойной зоне и далее по стволу скважины.

Зависимость от температуры, как правило, носит немонотонный характер. В работе [4] была исследована температурная зависимость растворимости гипса в воде. Результаты представлены графически на рисунке. Видно, что до температуры  $\sim 38^\circ C$  растворимость гипса в воде растет и достигает значения 2,11 г/л, а затем быстро падает. Отсюда следует простой способ борьбы с гипсоотложением: поддерживать температуру в эксплуатационной колонне, соответствующую максимуму растворимости гипса.

Однако все же наиболее широкое применение в борьбе с солеотложениями нашли химические методы, с помощью которых контролируют состав закачиваемой через нагнетательные скважины поверхностной воды. Высокая минерализация закачиваемой воды сильно снижает интенсивность процесса осадкообразования. Этот опыт использовался на месторождениях Оренбургской области, где в пласт закачивалась вода с высоким содержанием хлористого натрия.

Химические реагенты позволяют не только решать проблему возникновения солевых отложений, но и бороться с уже появившимися отложениями. Промышленностью выпускается множество различных химических ингибиторов солеотложения, принцип работы которых основан на блокировании роста кристаллов солей за счет повышения растворимости их в воде. Большинство из них достаточно дороги, и это тормозит их массовое применение.

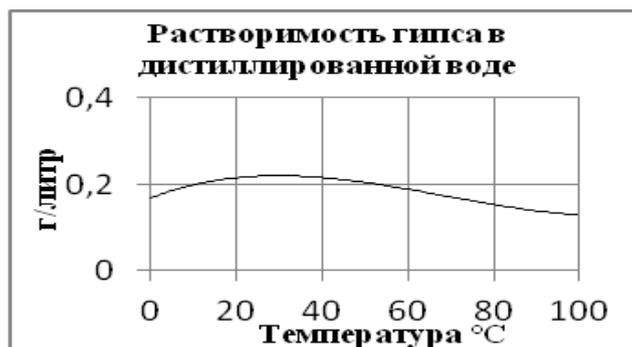


Рис. 1 Температурная зависимость растворимости гипса в воде

Нами были проведены лабораторные исследования растворимости гипса в воде с добавками различных химических реагентов. В качестве растворителей использовались водные растворы следующих веществ: хлорид калия, хлорид натрия, хлорид аммония, нитрат калия, тиосульфат натрия и нитрат аммония. Для сравнения в качестве тестового растворителя гипса использовалась вода. Массы растворенных реагентов выбирались таким образом, чтобы молярные концентрации этих веществ были одинаковы и равны соответственно: 0,05 моль/л, 0,1 моль/л, 0,2 моль/л. Температура была постоянна и одинакова для растворов всех реагентов. Результаты лабораторных исследований приведены ниже в сводной таблице.

Таблица

Растворимость гипса в растворах различного состава

№	Реагенты	Масса реагента, г	Молярность раствора, моль/л	Масса растворенного гипса, г/л
1	Вода H <sub>2</sub> O			1,999
2	Хлорид калия KCl	1,86	0,05	2,07
		3,72	0,1	3,22
		7,44	0,2	2,71
3	Хлорид натрия NaCl	1,46	0,05	2,85
		2,93	0,1	2,7
		5,85	0,2	3,38
4	Хлорид аммония NH <sub>4</sub> Cl	1,31	0,05	3,29
		2,69	0,1	3,84
		5,24	0,2	3,47
5	Нитрат калия KNO <sub>3</sub>	5,05	0,05	3,7
		10,11	0,1	4,27
		20,22	0,2	4,18
6	Тиосульфат натрия Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,4	0,05	3,4
		24,8	0,1	4,11
		49,6	0,2	4,05
7	Нитрат аммония NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	4,45	0,05	3,24
		8,9	0,1	4,16
		17,9	0,2	4,87

Сравнительный анализ полученных результатов показывает, что наилучшим растворителем для гипса является нитрат аммония. Этот реагент повышает растворимость гипса по сравнению с водой в 2,4 раза. Вторым по эффективности растворения гипса является нитрат калия.

Таким образом, бороться с отложениями гипса в эксплуатационной колонне и в призабойной зоне можно, закачивая в пласт воду, обогащенную соевыми реагентами, описанными выше. При этом следует помнить, что наличие в воде солей, имеющих общий ион с гипсом (CaSO<sub>4</sub>), приводит к резкому снижению его растворимости. Например, 10% добавка хлорида кальция в растворе приводит к почти трехкратному снижению растворимости гипса [3].

#### Литература

1. Ахметшина И.З., Бочко Р.Х., Ибрагимов Л.Х. О механизме образования солейотложений // Нефтепромысловое дело, 1981. – № 1. – С. 26–28.
2. Бетехтин А.Г. Курс минералогии. – М.: Недра, 2014. – С. 434–438.
3. Камалетдинов Р.С. Обзор существующих методов предупреждения и борьбы с солейотложением в погружном оборудовании // Инженерная практика: пилотный выпуск, декабрь 2009. – С. 12–15.
4. Будников П.П. Гипс и его исследование. – М.: Изд-во АН СССР, 1933. – 48–53 с.
5. Качаев В.Е., Гантенбергер Ю.П., Люшин С.Ф. Предупреждение солейобразования при добыче нефти. – М.: Недра, 1985. – 215 с.

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И КОЛЛЕКТОРСКИЕ СВОЙСТВА ПРИДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ  
НАДУГОЛЬНОЙ ТОЛЩИ БОЛТНОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ  
(ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Т.А. Павловец

Научный руководитель доцент Н.М. Недоливко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Цель работы – выявление условий формирования и анализ коллекторских свойств отложений надугольной толщи верхнеюрского продуктивного горизонта Ю<sub>1</sub> Болтного нефтяного месторождения (Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция, Томская область).

Болтное нефтяное месторождение расположено в юго-восточной части Парабельского района Томской области, согласно принятому нефтегазогеологическому районированию находится в Казанском нефтегазоносном районе Васюганской области Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. В тектоническом плане месторождение приурочено к одноименному локальному поднятию на западе Калгачского мезовыступа, осложняющего юго-восточный блок Васюган-Пудинского антиклинария. В западной части мезовыступ граничит с Косецким мезопрогибом Нюрольской мегавпадины [2, 3, 4 и др.].

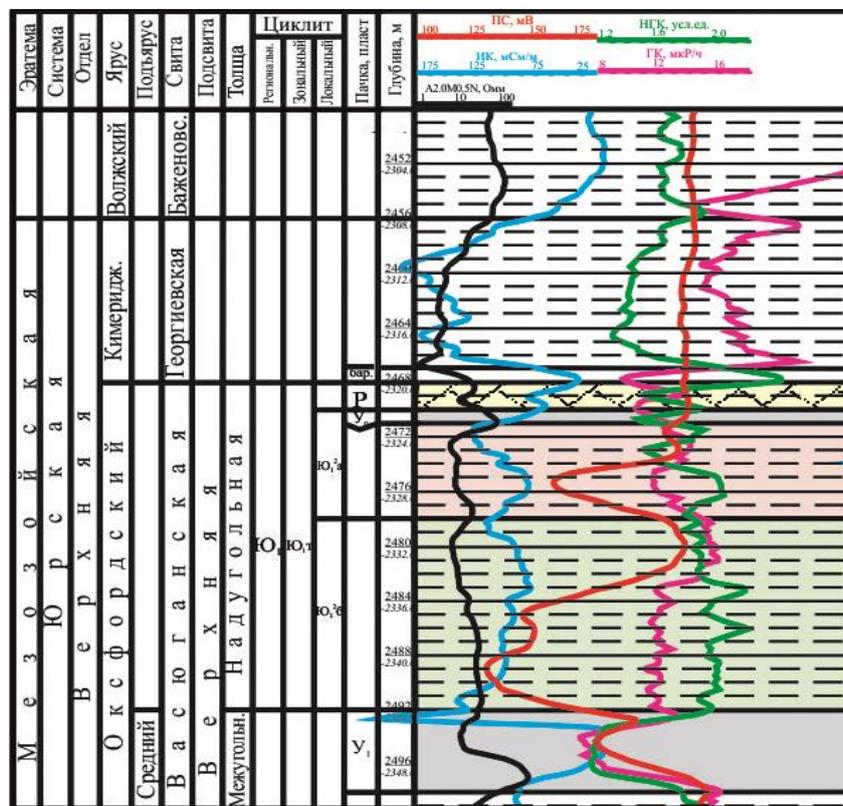


Рис. 1 Фрагмент геофизического разреза верхнеюрских отложений в скважине ЗП Болтного месторождения

Надугольная толща выделена в верхней части регионально продуктивного горизонта Ю<sub>1</sub>, приуроченного к позднеюрскому комплексу терригенных отложений верхневасюганской подсвиты оксфордского времени (J<sub>3</sub>ovs<sub>2</sub>). В разрезе толща выделена от кровли регионального репера – угольного пласта У<sub>1</sub> – до подошвы георгиевской свиты, перекрытой битуминозными аргиллитами баженовской свиты (J<sub>3</sub>vbg). В составе надугольной толщи снизу вверх по разрезу в исследуемом районе выделяют пласты Ю<sub>1</sub><sup>2б</sup> и Ю<sub>1</sub><sup>2а</sup>. Между собой они разделены маломощными пластами угля или глинистых пород. В кровле толщи на Болтном месторождении выделяется реперный горизонт Р, сложенный глинисто-карбонатными и карбонатными органогенными породами. От нижележащих отложений репер отделяется угольным пластом У<sub>0</sub> (рис. 1).

Надугольная толща характеризуется выдержанной толщиной (от 23 до 26 м) и изменчивым литологическим составом. Она представлена переслаиванием терригенных пород (песчаников, алевролитов, глин и углей), в кровле (толщиной 2–4 м) сменяющихся переслаиванием карбонатных и карбонатно-глинистых пород (ракушняков, известняков и мергелей). Нижний пласт – Ю<sub>1</sub><sup>2б</sup> – толщиной до 11–17 м хорошо развит в северо-западной – юго-восточной частях месторождения и выклинивается в центральной части. Верхний пласт – Ю<sub>1</sub><sup>2а</sup> – имеет значительно меньшую (до 8,5 м) толщину, но в разрезе Болтного месторождения повсеместно представлен песчаниками.

В отложениях пласта Ю<sub>1</sub><sup>2б</sup> по керну выделены следующие генетические признаки: терригенный состав; в основании интракласты размытых и переотложенных глинистых пород, снизу вверх по разрезу уменьшающаяся

зернистость песчаников, первичные однородные (в песчаниках) и слоистые текстуры с преобладанием волнистой и косоволнистой разнонаправленной слоистости; сингенетичные текстуры с элементами взмучивания, размыва, переотложения и биотурбации осадка; следы жизнедеятельности типа *Chondrites* и *Skolithos*; диагенетические конкреции пирита и сидерита, в кровле – остатки растений и угля. Эти признаки указывают на то, что формирование отложений осуществлялось в прибрежной полосе моря и представляет трансгрессивно-регрессивный цикл осадконакопления.

Аналогичные генетические признаки характерны и для пород пласта Ю<sub>1</sub><sup>2а</sup>.

На основании палеоструктурных построений и керновых данных было установлено, что в пластах Ю<sub>1</sub><sup>2б</sup> и Ю<sub>1</sub><sup>2а</sup> песчаный материал накапливался с эрозионным контактом на возвышенных участках морского дна и в пределах вдольбереговых баров, полосой протягивающихся в субмеридиональном направлении. Глинистые осадки тяготели к пониженным участкам морского дна, расположенным между барами.

Повышенное содержание в глинистых породах кровли растительных остатков, в виде детрита, фрагментов флоры, корневых систем, линз и венчающего прослоя угля свидетельствуют о смене морского режима седиментации на континентальный.

В пласте Ю<sub>1</sub><sup>2а</sup> на ранних этапах на относительно выравненном морском дне повсеместно накапливался песчаный материал, на более позднем этапе осадконакопление осуществлялось в пределах пенеуплензированной и заболоченной прибрежной равнины типа маршевых болот.

Реперный горизонт Р представлен однородными и волнисто-слоистыми органогенными известняками, ракушняками, глинистыми и глинисто-карбонатными породами с обильным раковинным детритом пеллеципод, мшанок, криноидей, трубчатых иловых раковин. Породы часто содержат диагенетические прожилки кальцита, что свидетельствует о высоком содержании карбоната кальция в придонных водах. Карбонатные и карбонатно-глинистые породы репера Р залегают с размывом, их формирование связано с новым наступлением моря на сушу и осуществлялось в пределах хорошо аэрируемой лагуны, периодически сообщающейся с морем.

Породы-коллекторы пластов Ю<sub>1</sub><sup>2б</sup> и Ю<sub>1</sub><sup>2а</sup> по гранулометрическому составу представлены средне-мелкозернистыми и мелкозернистыми песчаниками с хорошей (в однородных разностях  $So=1,59 - 1,68$ ), средней и плохой (в биотурбированных разностях –  $So>2$ ) отсортированностью. По составу обломочной части, согласно классификации В.Д. Шутова, песчаники относятся к полевошпато-кварцевым грауваккам, в которых кварц, полевые шпаты и обломки пород, представленные кислыми и средними эффузивами, кремнистыми породами, сланцами и другими, находятся в переменных соотношениях. Цемент содержится в количестве 4–12 % и сложен гидрослюдой, каолинитом, иногда пиритом, сидеритом и кальцитом. Тип цементации преимущественно поровый (каолинит), реже пленочный (гидрослюда, хлорит), контактный (пирит), базальный (сидерит, кальцит). Песчаники верхнего пласта отличаются более мелкозернистым составом, повышенной глинистостью и карбонатностью.

Пустотное пространство в коллекторах представлено межзерновыми, внутризерновыми порами и микропорами в каолиновом цементе, с преимущественным развитием межзерновых пор. Размер их варьирует от 0,01 до 0,4 мкм. По фильтрационно-емкостным характеристикам, согласно классификации А.А. Ханина, коллекторы относятся к IV–V классам с низкими и пониженными значениями ФЕС. Пористость их изменяется от 10 до 18%, проницаемость от 1 до 50 мД.

В пласте Ю<sub>1</sub><sup>2б</sup> открытая пористость по керну равна 13,0–17,3 %, проницаемость –  $1,91 \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2 - 52,63 \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2$ ; в пласте Ю<sub>1</sub><sup>2а</sup> – коллекторские свойства несколько ухудшены. Так, при значениях открытой пористости 10,7–17,8 %, проницаемость пород снижается до  $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2 - 40,2 \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2$ . Песчаники центральных частей баров обладают более высокими значениями ФЕС, чем песчаники, сформированные на их склонах [1]. В шлифах в поровом пространстве пород часто отмечаются пленки, примазки и включения бурого нефтяного вещества.

Формирование надугольной толщи на Болтном нефтяном месторождении осуществлялось на фоне колебательных движений морского дна. Песчаники барового происхождения имеют низкие и пониженные значения ФЕС, флюидопорами служат глинистые и карбонатно-глинистые породы континентального и лагунного генезиса.

#### Литература

1. Rychkova I, Shaminova M, Sterzhanova U and Baranova A. Lithologic-facies and paleogeographic features of Mid-Upper Jurassic oil-gas bearing sediments in Nurolsk depression (Western Siberia) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2015. – Vol. 27: Problems of Geology and Subsurface Development. – [012009, 6 p.].
2. Shaminova M, Rychkova I, Sterzhanova U. Paleogeographic and litho-facies formation conditions of MidUpper Jurassic sediments in S-E Western Siberia (Tomsk Oblast) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2016. – Vol. 43: Problems of Geology and Subsurface Development. – [012001, 5 p.].
3. Perevertailo T., Nedolivko N., Dolgaya T. Vasyugan horizon structure features within junction zone of Ust-Tym depression and Parabel megaswell (Tomsk Oblast) [Electronic resource] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2015. – Vol. 24: Scientific and Technical Challenges in the Well Drilling Progress, 24–27 November 2014, Tomsk, Russia. – [012023, 6 p.]
4. Ханин А.А. Породы-коллекторы нефти и газа и их изучение. – М.: Недра, 1969. – 366 с.

**АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА ДЛЯ  
ПЛАСТА Ю<sub>1</sub><sup>3</sup> БАХИЛОВСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ  
(ТЮМЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

**А.В. Паначёв, И.Е. Лободюк**

Научный руководитель доцент Г.Ф. Ильина

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В административном положении Бахилловское нефтегазоконденсатное месторождение относится к Нижневартовскому району Ханты-Мансийского автономного округа, расположено в 120 км северо-восточнее г. Радужный. Бахилловское месторождение открыто в 1983 г., введено в разработку в 1987 году. Основным объектом разработки является горизонт ЮВ<sub>1</sub>, содержащий 81,9 % извлекаемых запасов нефти по категории С<sub>1</sub> и составляет 93,9% от добычи всего месторождения. В горизонте ЮВ<sub>1</sub> выделяются пласты ЮВ<sub>1</sub><sup>1-2</sup> и ЮВ<sub>1</sub><sup>3</sup> [3].

Наибольший интерес для исследования представляет пласт ЮВ<sub>1</sub><sup>3</sup>, в границах которого находится 36,1 % геологических запасов нефти. Пласт охарактеризован керном в 38 скважинах, представлен песчаниками с прослоями алевролитов и аргиллитов. Песчаники серые, светло-серые, мелко- и среднезернистые, реже разномерные, полимиктовые с намывами углисто-глинистого материала, слюдяные [2]. Текстуры неясно слоистые, слоистость косяя крупная разнонаправленная, косоволнистая, волнистая, перекрестная, горизонтальная, пологоволнистая. Отмечаются текстуры оползания осадка. Состав пород чаще полимиктовый, прослоями (в более крупнозернистых разностях) аркозовый: кварца 20-30 %, полевых шпатов – 40-50 %, обломков пород – 25-35 %, редкие чешуйки слюды. Зерна полуокатаны, содержание обломочного материала 85-90 %, цемента 5-12 %, в отдельных прослоях с карбонатным цементом его содержание возрастает до 20-40 % Общая толщина пласта изменяется в пределах 15-41 м.

По данным лабораторных исследований керна, нефтенасыщенный коллектор характеризуется средней пористостью 0,154 и проницаемостью  $3,6 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>. По результатам интерпретации материалов ГИС средняя пористость составляет 0,152, проницаемость –  $12,5 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>. Начальная нефтенасыщенность составляет в среднем 0,606. Пласт имеет тонкослоистое строение, коэффициент расчлененности пласта равен 5,6, коэффициент песчаности – 0,4. Эффективные толщины изменяются в пределах 1,3-33,1 м и в среднем составляют 13,4 м. Пласт имеет единое положение водонефтяного контакта –2696,0 м. Размеры залежи составляют 12,3 · 8,3 км, высота – 94,8 м, залежь пластово-сводового типа.

Пласт ЮВ<sub>1</sub><sup>3</sup> вскрыт в 293 скважинах, разрабатывается фонтанным и механизированным способом [3]. Гидравлический разрыв пласта (ГРП) [1] на месторождении является основным методом интенсификации и обеспечивает до 55 % от дополнительной добычи нефти. Эффективность применения ГРП [4] можно рассмотреть на примере исследуемой скважины, которая вскрывает пласт ЮВ<sub>1</sub><sup>3</sup> в интервале 2545,8-2569,8 м.

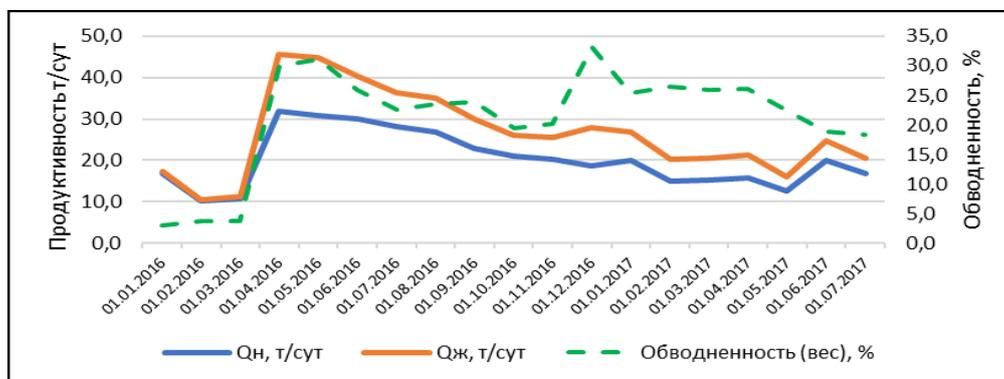
Общая толщина пласта составляет 24,2 м, при этом эффективная толщина 22,4 м.

Пористость пласта 20 %, проницаемость  $1,4 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>.

Операция ГРП проводилась в два этапа (мини ГРП и ГРП) при закачке в пласт 20 тонн проппанта (при 0,5 т мини ГРП).

Для проведения операции были использованные флюиды: Delayed XLink Gel (плотность 3 кг/м<sup>3</sup>), Linear Gel (плотность 3 кг/м<sup>3</sup>), KCl – 1%; проппанты: 20/40 Fores = 1 т, 16/20 Fores = 11 т, 12/18 Fores = 4 т, 15/18 Fores = 4 т. В результате проведения ГРП была получена трещина с полудлинной 89,7 м и закрепленной длиной 89,6 м, средняя высота разрыва составила 21,6 м.

По результатам ГРП суточный дебит составил 31 т/сут, но при этом резко возросла обводненность продукции с 3,8 % до 30%. Прирост добычи составил 21 т/сут. Эффект от проведения ГРП длился 10 месяцев. В целом операцию ГРП можно считать удачной. Изменение продуктивности скважины представлено на рисунке 1.



**Рис. 1 Продуктивность скважины до и после ГРП**

Всего на месторождении, начиная с 1994 г. было выполнено более 200 ГРП по исследуемому пласту. Максимальный прирост дебита нефти в результате проведения ГРП достигнут в 1997 г. 53,8 т/сут. По величине дополнительной добычи нефти выделены три группы скважин:

- с добычей менее 2 тыс. т (неэффективные) – 48 %;
- с добычей от 2 до 4 тыс. т (низкоэффективные) – 24 %;

- с добычей от 4 до 8 тыс. т (среднеэффективные) – 16 %;  
 - с добычей более 8 тыс. т (высокоэффективные) – 12 %.  
 Всего потери добычи нефти составили 38 тыс. т.

Литература

1. Ильина Г.Ф., Алтунина Л.К. Методы и технологии повышения нефтеотдачи для коллекторов Западной Сибири. – 2-е изд. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 164 с.
2. Пенягин Н.В, Жестков Д.Н Особенности корреляции верхнеюрских продуктивных отложений на территории Бахилковского Мегавала (Западная Сибирь) // Вестник недропользователя Ханты-Мансийского автономного округа. – Екатеринбург, 2011 – № 22.
3. Фищенко А.Н., Зверев К.В., Романчев М.А. Сиквенс-стратиграфия продуктивного горизонта ЮВ<sub>1</sub> на территории Бахилковского и Верхнеколик-Ёганского месторождений // Нефтяное хозяйство. – М., 2010 – № 2 – с. 5–9.
4. Хайруллин А.А., Атакишиев А.С. Эффективность применения ГРП // Материалы Всероссийской с международным участием научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Тюмень, 2015. – С. 160–163.

**АНАЛИЗ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМОЙ НЕФТИ КРИОЛИТОЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ С ПОМОЩЬЮ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ**

**А.Д. Перемитин\*, Т.О. Перемитина, И.Г. Яценко**

Научный руководитель заведующая лабораторией И.Г. Яценко

*Институт химии нефти, г. Томск, Россия*

*\* Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, г. Томск, Россия*

Западная Сибирь остается главным нефтедобывающим регионом России, но в развитии ее нефтегазового комплекса накапливаются негативные тенденции из-за сокращения запасов традиционной нефти и увеличения добычи трудноизвлекаемой нефти (ТИН), в качестве которых являются нефти с аномальными физико-химическими свойствами и с осложненными условиями залегания [1]. В табл. 1 представлена классификация трудноизвлекаемых нефтей Западной Сибири на основе анализа данных из базы данных (БД) Института химии нефти СО РАН. Криолитозона (мерзлота островного, прерывистого и сплошного типов) распространена практически на всей территории Западной Сибири, что еще более усложняет добычу нефти и определяет актуальность данной работы. Цель – на основе анализа данных из БД о 3000 образцах нефти с аномальными свойствами и со сложными условиями залегания с помощью ГИС-технологий определить особенности физико-химических свойств трудноизвлекаемой нефти высокого качества, расположенной на территории криолитозоны Западной Сибири.

Таблица 1

*Виды трудноизвлекаемой нефти Западной Сибири и характеристика их информационного описания*

Типы трудноизвлекаемой нефти	Объем выборки	Количество месторождений
<i>Нефть с аномальными свойствами</i>		
Тяжелая (плотность более 880 кг/м <sup>3</sup> )	346	76
Вязкая (вязкость более 35 мм <sup>2</sup> /с при 20 °С)	117	48
Высокосернистая (содержание серы более 3 % мас.)	17	9
Высокосмолистая (содержание смол более 13 % мас.)	45	26
Высокопарафинистая (содержание парафинов более 6 % мас.)	346	83
Высокоасфальтеновая (содержание асфальтенов более 10 % мас.)	14	10
С высокой газонасыщенностью (более 500 м <sup>3</sup> /т)	22	15
С низкой газонасыщенностью (менее 200 м <sup>3</sup> /т)	343	53
С высоким содержанием сероводорода (более 5 % мас.)	1	1
С высоким содержанием ванадия (более 0,003 % мас.)	40	18
С высоким содержанием никеля (более 0,007 % мас.)	16	6
<i>Нефть в сложных условиях залегания</i>		
В слабопроницаемых коллекторах (проницаемость менее 0,05 мкм <sup>2</sup> )	223	74
В коллекторах с низкой пористостью (менее 8 %)	8	7
Большие глубины залегания (более 4500 м)	54	26
В прерывисто-сплошной криолитозоне	2467	680
В островной криолитозоне	3126	120
Высокая пластовая температура (выше 100 °С)	77	28
Низкая пластовая температура (ниже 20 °С)	31	13

Данные об изменении показателей физико-химических свойств западно-сибирской нефти, территории того или иного типа криолитозоны приведены в табл. 2. Установлено, что средние значения показателей химического состава

## СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

нефти обнаруживают особенности изменения на территориях с разным типом мерзлоты, а именно, нефть, приуроченная к территории островной мерзлоты, по сравнению с нефтью прерывистого и сплошного типа криолитозоны значительно более тяжелая, имеет более высокую температуру застывания и содержит значительно больше серы, смол, асфальтенов и характеризуется наименьшим содержанием попутного нефтяного газа (табл. 2). Нефть сплошного типа криолитозоны имеет наилучшие характеристики по сравнению с нефтью зон распространения мерзлоты островного и прерывистого типа – нефть легкая, маловязкая, имеет низкую температуру застывания, малосернистая, малосмолистая, малоасфальтеновая, с повышенным газосодержанием.

**Таблица 2**

**Физико-химические свойства нефти территории Западной Сибири с разным типом мерзлоты**

Показатель	Статистические характеристики	Тип криолитозоны		
		островной	прерывистый	сплошной
Плотность	Объем выборки	1621	536	438
	Среднее значение, г/см <sup>3</sup>	0,8505	0,8211	0,8169
Вязкость при 20 °С	Объем выборки	695	187	83
	Среднее значение, мм <sup>2</sup> /с	18,83	50,91	7,64
Температура застывания	Объем выборки	241	77	34
	Среднее значение, °С	-16,12	-27,82	-27,68
Содержание серы	Объем выборки	1313	322	327
	Среднее значение, мас. %	0,86	0,24	0,13
Содержание парафинов	Объем выборки	1201	348	317
	Среднее значение, мас. %	3,71	4,02	4,80
Содержание смол	Объем выборки	1147	255	270
	Среднее значение, мас. %	7,62	4,92	3,03
Содержание асфальтенов	Объем выборки	1028	184	203
	Среднее значение, мас. %	1,71	0,85	0,25
Газосодержание	Объем выборки	759	238	5
	Среднее значение, м <sup>3</sup> /т	110,57	163,10	172,84

Рассмотрим физико-химические и термобарические свойства ТИН 1 класса качества (нефть высокого качества), в который входит нефть с высокой газонасыщенностью, высоким содержанием сероводорода, высокой пластовой температурой, большой глубиной залегания и находящаяся в прерывистой и сплошной криолитозонах Западной Сибири [2].

Большую выборку из БД составили ТИН из «горячих пластов» с температурой более 100 °С. В криолитозоне таких месторождений оказалось 69, из которых по своим запасам выделяются Уренгойское, Самбургское, Салымское, Вынгайхинское, Тазовское и др. Самые высокотемпературные залежи (от 140 до 190 °С) относятся к Салымскому, Малоатлымскому, Уренгойскому, Юбилейному, Самбургскому, Черемшанскому, Евояхинскому и Быстринскому месторождениям. Нефть из «горячих» пластов характеризуется низкой плотностью, вязкостью и температурой застывания, является малосернистой, малосмолистой и малоасфальтеновой, среднепарафинистой и со средним содержанием попутного нефтяного газа.

В криолитозоне Западно-Сибирского бассейна выявлено 22 образца нефти с содержанием нефтяного газа более 500 м<sup>3</sup>/т из 15 месторождений, из которых с самым большим содержанием газа (более 1000 м<sup>3</sup>/т) отличаются залежи Ван-Еганского, Варьеганского, Вартовского, Восточно-Мохового, Вынгапуровского и Федоровского месторождений. Нефть с высоким газосодержанием является легкой и маловязкой, с отрицательной температурой застывания, малосернистой, малосмолистой и малоасфальтеновой, со средним содержанием парафинов.

Установлено, что нефть с высоким содержанием сероводорода выявлена только в одном месторождении – Вартовско-Соснинском, которое расположено в зоне островной криолитозоны на территории Томской области. По своим характеристикам нефть характеризуется как нефть со средней плотностью (0,8520 г/см<sup>3</sup>), с низким содержанием парафинов (2,00 %), смол (6,85 %), асфальтенов (0,70 %), серы (0,60 %) и нефтяного газа (10 м<sup>3</sup>/т).

В Западно-Сибирском бассейне выявлено 26 месторождений с пластами на глубине более 4500 м, из которых отмечены месторождения с самыми глубокозалегающими пластами (от 5500 до 8000 м) – это Ен-Яхинское, Мохтиковское, Гыданское, Геологическое, Лукьявинское, Уренгойское, Нижнепурское и Южно-Уренгойское. Однако установлено, что в криолитозоне глубокозалегающие пласты в основном являются газовыми, поэтому сделать анализ физико-химических свойств нефти не представляется возможным.

Таким образом, сравнительный анализ химического состава и физических свойств ТИН на нефтеносных территориях Западной Сибири в пределах криолитозоны показал, что на территориях в пределах мерзлоты разного типа содержание в нефти серы, парафинов, смол и асфальтенов в среднем меньше и относится к нефти высокого качества. Показано, что рассматриваемые нефти в основном являются легкими и маловязкими, малосернистыми, малосмолистыми, малоасфальтовыми и со средним содержанием парафинов. Следовательно, нефти по химическому составу и физическим свойствам на территории распространения вечной мерзлоты являются более качественными, хотя относятся к трудноизвлекаемым.

Выявленные закономерности изменения физико-химических свойств нефтей должны учитываться при создании проектов разработки нефтяных месторождений в зоне распространения вечной мерзлоты с учетом типа криолитозоны. Данный факт является весомым при перспективе смещения в России центра добычи нефти и газа на Восток, на территории Иркутской области, Красноярского края, Якутии и Дальнего Востока в зоны распространения вечной мерзлоты.

#### Литература

1. Лисовский Н.Н., Халимов Э.М. О классификации трудноизвлекаемых запасов // Вестник ЦКР Роснедра, 2009. – № 6. – С. 33–35.
2. Ященко И.Г., Полищук Ю.М. Классификация трудноизвлекаемых нефтей и анализ их качественных свойств // [Химия и технология топлив и масел](#), 2016. – № 4 (596). – С. 50–56.

### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ МЕЖГОРНЫХ ВПАДИН БУРЯТИИ И ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ

М.В. Пикатова

Научный руководитель доцент Е.Е. Барабашева  
*Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия*

Углеводородное сырье играет большую роль в мировой промышленной цивилизации, его роль в экономике России постоянно растет. Истощение имеющихся запасов неизбежно ведет к поискам и разведке новых проявлений углеводородного сырья. Для России наиболее перспективные участки поисков сосредоточены в Восточной Сибири, Забайкалье, Дальнем Востоке, т.е. в районах с неблагоприятными географическими и горно-геологическими условиями.

Интенсивное развитие промышленности требует расширения топливной базы страны непосредственно в этих районах, так как основные потребности промышленных предприятий и транспорта в топливе удовлетворяется за счет месторождений бурого угля. Доставка нефти из центральных районов страны связана с большими затратами и перегрузкой железнодорожных магистралей.

Многочисленные нефте- и газопрооявления в межгорных впадинах Бурятии и Забайкальского края свидетельствуют об актуальности постановки поисковых работ на данных территориях.

К проблеме поисков месторождений нефти и газа в забайкальских впадинах возвращались неоднократно. Первые поиски нефти и газа в осадочных отложениях на побережье озера Байкал начаты еще в 1903 году. В Забайкалье основные поиски углеводородного сырья были развернуты в конце 30-х гг. и продолжены в 50-60-х гг. прошлого столетия. В результате проведенных работ в осадочном чехле некоторых межгорных впадин были установлены перспективные антиклинальные структуры. В частности, был сделан вывод о перспективности нижнемеловых отложений Читино-Ингодинской впадины Забайкальского края. Предпосылками для этого послужили преимущественное развитие глинистых фаций на площади впадины, восстановительный характер осадков, высокое содержание органического вещества и битумоидов в породах, а также наличие в разрезе хороших коллекторов и покрышек.

Последующие детальные исследования в пределах Ононской, Гусиноозерской и др. впадин указали на возможную перспективность осадочных отложений в нефтегазоносном отношении [5].

В настоящее время уже выявлена нефтегазоносность нижнемеловых отложений в пределах рифтогенных впадин Монголии, Китая, Якутии, возникла необходимость установления нефтегазоносности впадин Забайкалья [6].

Особенностью рельефа территории Забайкалья и Прибайкалья является наличие межгорных впадин. Всего их насчитывается около 100, самые крупные (не считая байкальских) – Тункинская, Устьселенгинская, Итандинская, Устьбаргузинская, Баргузинская, Кичерская, Верхнеангарская, Верхнемуйская, Нижнемуйская, Баунтовская, Ципиканская, Зазинская, Еравнинская, Кижингинская, Удинская, Гусиноозерская, Тугнуйская, Боргойская [1]. Все они входят в состав Байкальской рифтовой системы. Проблема нефтегазоносности этих впадин возникла с момента установления естественных проявлений газа, нефти и битумов в акватории озера Байкал.

Практически все межгорные впадины Бурятии перспективны на нефть и газ. В них наблюдаются тектонические, литолого-стратиграфические, геохимические и гидрогеологические признаки, характерные для нефтегазоносных бассейнов.

Основными геологическими признаками перспективности впадин на углеводородное сырьё являются наличие терригенных пород значительной мощности, мезозойско-кайнозойский возраст осадков, большое количество рассеянного органического вещества, повышенное тепловое поле, складчатое строение осадочного чехла [3].

Тектоническими предпосылками являются высокая скорость погружения кристаллического фундамента и накопление мощных толщ осадков за короткое время.

## СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Литолого-стратиграфические критерии заключаются в высоком содержании в породах рассеянного органического вещества, ритмичном чередовании глинистых и песчаных фаций (по данным нефтегазового бурения [4], глинистые породы серого цвета зачастую бывают нефтематеринскими, песчаники обладают коллекторскими свойствами).

Таким образом, в Бурятии определяется перспективность на углеводородное сырье, прогнозируемая по многочисленным проявлениям газа, битумов и нефти практически во всех межгорных впадинах. В мезозойских Селенгинской, Баргузинской и Тункинской впадинах при бурении вскрыты породы, пропитанные битумами и нефтью.

В кайнозойских впадинах широко распространены выходы нефти и газа на поверхность и в приповерхностные горизонты. В мезозойских впадинах нефтегазопоявления устанавливаются только на глубине, в процессе глубинного бурения. Проявления нефти и газа установлены при бурении в Боргойской, Гусиноозерской, Кижингинской, Зазинской, Читино-Ингодинской, Уровской, Тургино-Харанорской и Ононской впадинах.

Несмотря на весьма значительные проявления (как например в Ононской впадине), промышленная нефтеносность континентальных отложений нижнего мела, развитых в межгорных впадинах, до настоящего времени не установлена. Этот факт следует рассматривать в связи с очень сложным геологическим строением региона и отдельных впадин, незначительным объемом проведенных буровых работ и совершенно недостаточной степенью изученности [5].

Во всех перечисленных впадинах проведено колонковое бурение, только в Боргойской впадине проводилось глубокое бурение. О мощности нижнемеловых отложений можно судить, в основном, по данным геофизических работ.

По наличию общих черт тектонического развития и формирования впадин, выполняющих их осадочных толщ, аналогии геохимических показателей, рифтогенные впадины Забайкалья можно рассматривать как возможно нефтегазоносные бассейны. Ожидать крупных залежей нефти и газа в силу небольших размеров нефтесборных площадей нельзя, но вполне вероятно обнаружение промышленных скоплений.

Наибольшее внимание заслуживают крупные впадины – Ононская, Читино-Ингодинская, Еравнинская, Аргунская. Для органического вещества и битумоидов этих впадин установлена повышенная восстановленность, в компонентном составе на долю масел приходится до 50%. В составе газа обнаружены тяжелые углеводороды. Неоспоримым доказательством является и наличие пород-коллекторов I, II и III классов.

Главные направления поисков углеводородного сырья в Забайкальском крае и республике Бурятия необходимо связать с поиском мелких газовых месторождений в антиклинальных ловушках межгорных впадин, а также в надвиговых структурах. Попутно необходимо определить возможность освоения битумных сланцев и газосланцевых комплексов межгорных впадин, извлечение метана из угольных пластов.

В наиболее перспективных впадинах (Ононской, Читино-Ингодинской, Зазинско-Еравнинской) необходимо проведение сейсморазведки, электроразведки, литогазогеохимической съемки, бурения параметрических скважин глубиной 2000-3000 м. Для установления проявлений битумных и горючих сланцев требуется проведение литогазогеохимического опробования естественных обнажений и колонкового бурения битуминозных толщ.

Проведение предложенного комплекса исследований должно явиться основой, на которой будет разработан дальнейший план нефтепоисковых работ для определения действительного углеводородного потенциала этих территорий.

### Литература

1. Богородицкая Н.И. О составе битума и рассеянного органического вещества пород третичных и четвертичных отложений Баргузинской впадины // Тр. ВНИГРИ, Геол. сб., 1960. – Вып. 163. – № 5. – С. 25–30.
2. Исаев В.П., Клыкова В.Д., Лыкова В.В., Исаев П.В. Прогноз нефтегазоносности Баргузинской впадины (Бурятия) по комплексу геофизических и геохимических исследований // Нефтегазогеологический прогноз и перспективы развития нефтегазового комплекса Востока России. Сб. материалов научно-практ. конф. – СПб: ВНИГРИ, 2010. С. 246–251.
3. Исаев В.П., Ширибон А.А. Геолого-геохимическое изучение нефтегазоносности Баргузинской впадины // Отчет о результатах работ в 2002-2004 гг. – Бурятгеолфонд, Улан-Удэ, 2005. – 234 с.
4. Пономарева Г.П., Самсонов В.В. Перспективы нефтегазоносности кайнозойских впадин Забайкалья // Геология и нефтегазоносность юга Восточной Сибири. – М.: Недра. 1969. – С. 218–223.
5. Самсонов В.В. Отчет о результатах работ. Том I. – Иркутск, 1967. – 286 с.
6. Самсонов В.В. Отчет о результатах работ. Том II. – Иркутск, 1967. – 118 с.
7. Фишев Н.А., Гусев Ю.П., Балханов В.В. О газоносности территории Бурятии // Экологобезопасные технологии освоения недр Байкальского региона: современное состояние и перспективы. Материалы Всероссийской науч.-практ. конференции. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2000. – С. 4–8.

### ОСОБЕННОСТИ ЛИТОЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА И ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫХ СВОЙСТВ ПЛАСТОВ XVII-XVIII ДАГИНСКОЙ СВИТЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИМЕНИ Р.С. МИРЗОЕВА

А.Д. Пищик

Научный руководитель доцент Т.А. Гайдукова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В настоящее время все меньше остается месторождений с легко извлекаемой нефтью. Осложняют добычу нефти различные причины, такие как отсутствие инфраструктуры, физико-географическое положение месторождения, физико-химические свойства самой нефти, особенности литологического строения пород-коллекторов и т.д. Все это несомненно сказывается на себестоимости нефти. Значительный потенциал энергетических ресурсов нашей страны сосредоточен на Дальнем Востоке. Добыча углеводородов ведется на о. Сахалин и на шельфе Охотского моря, который является ядром нефтегазодобывающей отрасли в регионе. В настоящее время в Сахалинской области происходит активное развитие нефтедобывающего комплекса.

Осложняющим фактором добычи в данном регионе является то, что Сахалин расположен в пределах Тихоокеанского тектонического пояса и характеризуется очень молодым, кайнозойским, складчато-глыбовым тектогенезом. Современная сейсмичность острова свидетельствует о незавершенности стадии контрастных тектонических движений [1].

Рассмотрим влияние литологических и тектонических особенностей строения залежей углеводородов на примере месторождения им. Р.С. Мирзоева. В административном отношении месторождение расположено в Ногликском районе Сахалинской области на побережье Дагинского залива Охотского моря в 160 км к югу от г. Оха и 55 км к северу от районного центра пгт. Ноглики.

Началом изучения геологического строения месторождения им. Р.С. Мирзоева следует считать 1926 г., в разработку месторождение введено в 1984 г. Согласно принятому нефтегазгеологическому районированию, месторождение находится в юго-восточной части Северо-Сахалинской нефтегазоносной области. В тектоническом плане о. Сахалина месторождение расположено на восточном крыле Дагинской антиклинальной зоны, осложняющей восточное погружение Сахалинского антиклинория. Здесь отчетливо выделяются два структурно-стратиграфических комплекса: нутовско-окобыкайский и дагинско-мачигарский.

Определяющее значение в формировании тектоники месторождения имеют крупные сбросовые нарушения, являющиеся западным экраном ловушек, система диагональных и субширотных сбросов и разрыв дагинских отложений.

Разрез дагинского горизонта сложен песчаниками, алевролитами, глинами. Если в верхней части преобладают песчано-алевролитовые разности, то в нижней – глины. Песчаники серые, светло-серые, в основном мелкозернистые различной сортировки, довольно часто заглинизированные, массивные, с относительно частыми известковыми прослоями. В песчаниках почти повсеместно отмечается тонкая слоистость, обусловленная скоплениями по напластованию обугленного растительного детрита и глинисто-слюдистого материала. Алевролиты темно-серые песчано-глинистые и глинистые, в основном слабо отсортированные, неясно слоистые, реже массивные. Отмечаются включения рассеянного растительного детрита, пиритовые стяжения. Глины аргиллитоподобные, темно-серые до черных, плотные, крепкие, в основном тонкопереслаивающиеся с алевролитами и песчаниками, с включениями обуглившегося растительного детрита. Встречаются однородные чистые глины без видимых включений [2].

Пласты XVII и XVIII литологически представлены переслаиванием песчаников, алевроито-песчаников и алевролитов с редкими маломощными прослоями и линзами крепких трещиноватых глин в нижней части пласта. Содержание породообразующих компонентов от их общего количества составляет: кварц – 46%, полевошпат – 24%, обломки пород – 27%. Глинистый раздел между пластами в большинстве скважин составляет 2-6 м, в единичных скважинах – 7-11 м.

Песчаники и алевроито-песчаники средне-мелкозернистые, хорошо отсортированные, с пористостью 20-24% и проницаемостью 400-600 мД, особенно такие значения фильтрационно-емкостных свойств характерны для XVIII пласта.

Толщины пластов составляют 8-40 м и 5-30 м. Максимальные толщины пластов отмечаются в южной и центральной частях структуры, минимальные – в северной ее части. По XVIII пласту в VII блоке отмечается зона замещения коллектора глинистыми отложениями.

В таблице представлены сведения о геолого-геофизической характеристике пластов XVII-XVIII по скважинам 111, 137 [1, 2].

Таблица

Характеристика пластов XVII-XVIII по скважинам 111 и 137

	Скважина 111		Скважина 137	
	XVII	XVIII	XVII	XVIII
Глубина, м	3816-3836	3844-2856	3932-3950	3960-3970
Суммарная нефтегазонасыщенность	19	13,4	15	9
Эффективная толщина, м	4	6,7	5	2,5
Общая толщина, м	22,7	13,7	17,8	9,7
Нефтегазонасыщенность, %	56,2	73,3	59,2	58,9
Пористость, %	19,6	14,5	15,8	16,9
Проницаемость, мД	250	85	120	170
Диаметр зоны проникновения м	3	4	5,5	-
Сопrotивление зоны проникновения, Ом	13	21	71	29
Сопrotивление пласта, Ом	49	90	93	29
Насыщение	Газонасыщ.	Газонасыщ.	Нефтенасыщ.	Нефтенасыщ.
Литология	Песчаник	Песчаник	Песчаник	Песчаник

Таким образом, можно сделать выводы:

## СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

- Литологический состав свидетельствует об одинаковых фациальных условиях формирования пластов, а именно прибрежно-континентальных.
- Структура месторождения претерпела влияние тектонических преобразований, что привело к формированию блоков и дополнительных зон дробления в продуктивных пластах.
- Пористость песчано-алевролитовых пород имеет средние значения, но в зонах дробления увеличивается до 20-24%, за счет присутствия трещинного типа коллектора. Обычно проницаемость песчано-алевролитовых пластов по данным исследования керна составляет 20-60 мД, но в тектонических зонах дробления проницаемость изменяется в широком диапазоне от 200 до 600 мД и пять образцов с 800-1000 мД.
- Несмотря на незначительные расстояния между скважинами 111 и 137 (около 1 км), в пластах XVII-XVIII наблюдаются значительные отличия геолого-геофизических характеристик.

### Литература

1. Астафьев В.Н., Деревскова Н.А. и др. Геология и разработка месторождений нефти и газа Сахалина и шельфа. – М.: Научный мир, 1997. – 198 с.
2. Харахинов В.В. Нефтегазовая геология Сахалинского региона. – М.: Научный мир, 2010. – 276 с.

### ИЗУЧЕНИЕ ТРЕЩИНОВАТОСТИ ОРИЕНТИРОВАННОГО КЕРНА СКВАЖИН НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЮРОЛЬСКОЙ СТРУКТУРНО-ФАЦИАЛЬНОЙ ЗОНЫ

А.В. Пономарева

Научный руководитель кандидат технических наук В.С. Рукавишников

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Количество месторождений нефти и газа, найденных и открытых в палеозойских отложениях, постепенно увеличивается. Запасы, сосредоточенные в палеозойских породах, относятся к трудноизвлекаемым. Углеводороды содержатся главным образом в трещинных коллекторах, изучение которых требует особого внимания.

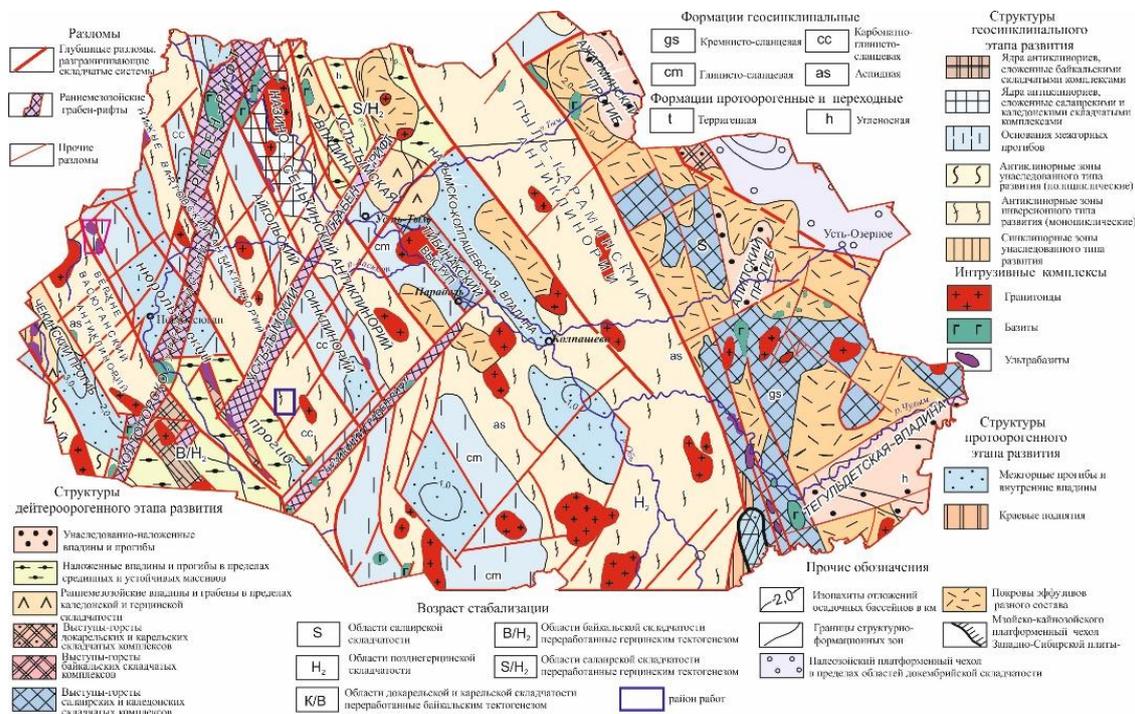
В связи с этим анализ трещиноватости пород является весьма актуальным вопросом при выявлении залежей в доюрских отложениях.

Цель работы – изучить трещиноватость ориентированного керна на примере месторождения Нюрольской структурно-фациальной зоны.

Объектом исследования являются палеозойские карбонатные трещинные коллекторы.

Задачи исследования сводились к следующему:

изучить пространственную ориентировку слоистости и трещиноватости коллекторов продуктивного разреза, проанализировать в них соотношение слоистости и трещиноватости.



**Рис. 1 Тектоническая карта фундамента Западно-Сибирской плиты. Томская область. (Редактор В.С. Сурков, 1981 г.)**

Согласно структурно-тектоническому районированию фундамента Западно-Сибирской плиты, рассматриваемая территория объединяет обширную по составу и условиям формирования гамму пород складчатого палеозойского фундамента [1]. Активная дизъюнктивная тектоника, проявившаяся на гетерогенном основании фундамента, предопределила мозаичное распределение фрагментов тектонических структур различного возраста консолидации (рис. 1).

Исследуемый район территориально граничит с Межевским срединным массивом, палеозойские породы в процессе замыкания геосинклинали претерпели здесь умеренный метаморфизм и напряжённость складкообразования [1]. В соответствии с направлениями проявившихся тектонических напряжений, в них сформировалась тектоническая трещиноватость.

Керновый материал свидетельствует о значительных углах наклона слоистости в образованиях палеозоя, а проведённые исследования ориентированного керна по скважинам 15, 3Э и 5Э позволили в первом приближении изучить пространственную ориентировку слоистости и трещиноватости продуктивной части разреза.

Как следует из рисунка 2, наиболее встречаемы в разрезе палеозоя две ортогональные системы трещин.

Первая система трещин параллельна и перпендикулярна слоистости породы (рис. 2, в, г, д, е, ж). Она более выражена как по толщине трещин, так и по частоте их встречаемости в разрезе. К параллельной системе относятся и выделяемые в кернах стилолитовые швы. Сформирована эта система трещин в процессе поперечного изгиба пород и связана с инверсионным этапом развития Нижневартовского антиклинария.

Вторая ортогональная система трещин развёрнута на  $45^{\circ}$  относительно первой и менее выражена в разрезе (а, б, е, ж). Её формирование обусловлено проявлением деформаций продольного сжатия.

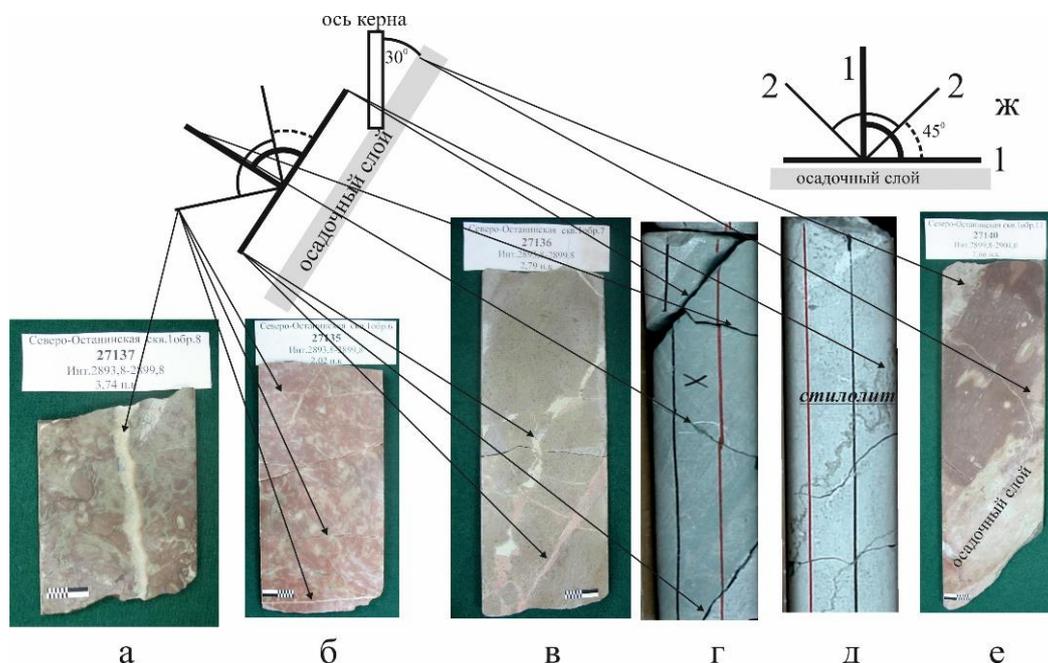


Рис. 2 Анализ соотношения слоистости и трещиноватости в известняках и доломитах скв. 3Э месторождения Нюрольской структурно-фациальной зоны

В соответствии с механизмом формирования и ориентировкой складчатых трещин [2] первая система трещин была обусловлена вертикальными тектоническими движениями, а вторая – силами горизонтального сжатия.

После завершения процесса горообразования территория на протяжении позднепермской эпохи подвергалась денудации [1]. Выравнивание рельефа способствовало формированию значительной по толщине коры выветривания (рис. 2, а). Так, реликтовая кора выветривания верхней перми толщиной 20 м, вероятно, вскрыта скважиной 13.

Размыв эффузивов основного состава, где по результатам исследований ВНИГНИ содержание  $MgO$  достигает от 13% (скв. 6) до 23% (скв. 2), способствовал поступлению в воды ионов магния. Просачивание обогащённых магнием вод в породу по сформированной системе тектонической трещиноватости предопределило доломитизацию кровельной части органогенных известняков в пределах приподнятых и близ расположенных к поверхности размыва блоков фундамента.

#### Литература

1. Мегакомплексы и глубинная структура земной коры Западно-Сибирской плиты. / В.С. Сурков, А.А. Трофимук, О.Г. Жеро и др. – М.: Недра, 1986. – 149 с.
2. Рац М.В., Чернышев С.Н. Трещиноватость и свойства трещиноватых горных пород.– М.: Недра, 1970. – С. 20–49.

**ВЫДЕЛЕНИЕ ЗОН УЛУЧШЕННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ В ПАЛЕОЗОЙСКИХ ОБРАЗОВАНИЯХ  
НЮРОЛЬСКОЙ МЕГАВПАДИНЫ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

**Ю.С. Пуговкина, Л.К. Кудряшова**

Научный руководитель доцент Л.К. Кудряшова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В настоящее время поиск и оценка нефтегазоперспективных палеозойских образований на территории Западной Сибири является весьма актуальной проблемой, поскольку продолжает возбуждать интерес недропользователей вследствие необходимости расширения потенциала меловых и юрских месторождений за счёт более глубоких источников углеводородов.

Преобладающая причина такого интереса связана с увеличением количества палеозойских месторождений нефти и газа, открываемых ежегодно. Они приурочены к породам широкого стратиграфического диапазона.

Поэтому в данной работе целью является выделение зон улучшенных коллекторов в палеозойских образованиях Нюрольской мегавпадины.

Объект исследования расположен на территории Парабельского района Томской области.

На территории Парабельского района ведущими промышленными объектами с высокими эксплуатационными показателями являются отложения доюрского основания. Здесь обособляются два литологических объекта: карбонатно-глинисто-кремниевые отложения коры выветривания (пласт М) и собственно породы карбонатного фундамента девонского возраста (пласт М1). Согласно имеющимся данным по территории объекта исследования, отмечается большая вероятность отсутствия непроницаемого экрана между пластами М и М1, т.е. залежь пластов М+М1 является единой, гидродинамически связанной.

Активное тектоническое развитие всего региона – герцинский цикл тектогенеза и раннетриасовое проявление рифтогенеза – обусловило сложное геологическое строение района исследований.

В начале юрского времени центральная часть территории объекта исследований представляла собой два массивных карбонатных выступа. Карбонатная платформа была обрамлена депрессионными зонами с севера и востока. Отложения комплекса сложены девонскими органогенными известняками и терригенно-карбонатными породами, формирование последних происходило в мелководных морских условиях.

В современных комплексных проектах на этапе разведки и разработки нефтегазовых месторождений активно применяются сейсмические атрибуты, которые непосредственно сопряжены с ключевыми сейсмическими параметрами  $V_s$ ,  $V_p$ ,  $\rho$  (скорость поперечных волн, скорость продольных волн, объемная плотность соответственно) [3, 4].

В настоящее время одним из наиболее актуальных методов установления связи между атрибутами и прогнозными параметрами является петроупругое моделирование. Применение подобного метода позволяет определить зависимость петрофизических свойств горных пород (пористость, проницаемость, трещиноватость, тип насыщения, поровое давление, анизотропия и т.д.) и параметров, полученных из сейсмических наблюдений, ГИС и лабораторных измерений (скорости продольных, поперечных волн, а также их поглощающие свойства) [1].

Для проведения исследований недропользователями были предоставлены результаты интерпретации данных сейсморазведки. Авторами работы был выполнен анализ полученных материалов совместно с данными по скважинам (описание керна, ГИС, результаты испытания). Также было произведено сопоставление с результатами предыдущего изучения по определению фациальных условий [5].

В ходе проведения исследования по сейсмическим данным осуществлялся прогноз изменчивости формы сейсмического импульса. Учитывая, что форма отраженной волны несет в себе интегральную характеристику породно-слоевых ассоциаций геологической среды, можно установить корреляционную связь между сейсмическими атрибутами (энергия, дисперсия, когерентность и др.) и параметрами продуктивности. Соответственно, изменение формы волны по вертикали и латерали, с сейсмической точки зрения, должно отражать не только изменчивость фациальных, тектонических обстановок, но и свидетельствовать о пространственном положении и границах влияния залежи.

Для качественной оценки коллекторов по сейсмическим данным использовались эталонные скважины, в которых были проведены испытания пласта М+М1 на приток, данные исследований керна и материалы ГИС.

В качестве эталонных были определены скважины 1, 10, 40, 43, пласты-коллекторы которых характеризуются нефтегазовым насыщением, в скважине 50, 51 – газонасыщенные, в скважине 5, 7 – водо- и нефтенасыщенные.

По сейсмическим данным и описанию керна были построены карты зон распределения вероятности нефтегазовых, газо- и нефтенасыщенных коллекторов.

Сопоставляя результаты проведенного ранее фациального анализа с выделенными зонами по характеру насыщения, можно определить следующие закономерности, так, отложения литофации передового склона характеризуются отсутствием притока нефти, но высокими значениями притока газа, конденсата и воды. Отложения литофации барьерного рифа характеризуется безводным УВ насыщением, с относительно высоким дебитом газоконденсата. А породы-коллекторы литофации рифовой платформы связаны с нефтегазовым насыщением, в разрезе которой присутствуют интервалы с относительно высоким дебитом воды.

Проведённые исследования подтверждают, что комплексный анализ и скважинных данных, и полевых геофизических работ позволяет не только получить представление о геологическом строении территории, но и спрогнозировать наиболее оптимальные пути поисков залежей УВ.

Литература

3. Ампилов Ю.П., Барков А.Ю., Яковлев И.В. Почти все о сейсмической инверсии. // Технологии сейсморазведки, 2009. – Ч. 1. – № 4. – С. 3 – 16.

4. Барклай Ф., Бруун А., Расмуссен К.Б., Альфаро Х.К. Сейсмическая инверсия: читая между строк // Нефтегазовое обозрение, 2008. – С. 50–75.
5. Бусыгин И.Н., Мосякин А.Ю., Бусыгин А.И. Методика прогноза УВ-насыщения в условиях терригенного разреза на основе AVA-анализа сейсмических данных // Геофизика – спец. выпуск. Технологии сейсморазведки, 2002. – С. 96 – 100
6. Мендрий Я.В. Атрибутный анализ сейсмических данных при картировании зон трещиноватости // Збірник наукових праць УкрДГРІ, 2013. – № 4. – С. 42–51.
7. Оленев Я.В., Пуговкина Ю.С. Особенности формирования карбонатных пород палеозойского возраста юго-востока Нюрольской мегавадины // Геология в развивающемся мире: сборник научных трудов (по материалам X Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых): в 2 т., Пермь, 18-21 Апреля 2017. – Пермь: Изд-во ПГНИУ, 2017. – Т. 1 – 351 с.
8. Птецов С.Н., Спунгина Е.В., Гришечкина С.В. Особенности сейсмической интерпретации и геологического моделирования нефтяных оторочек газовых залежей в Западной Сибири // Тезисы к докладу на конференции «Геомодель 2008», 2008. – С. 8–11

## ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ САМАРСКОГО ПОВОЛЖЬЯ

Е.В. Пунтус

Научный руководитель доцент Б.З. Даниелян

*Самарский государственный технический университет г. Самара, Россия*

В последнее время возрос интерес к нефтегазоносности пермских отложений Самарского Поволжья со стороны производственных предприятий нефтедобывающей промышленности для выбора новых направлений геологоразведочных работ на нефть и газ. Между тем, многие вопросы перспективности пермских отложений не совсем ясны.

Кроме того, произошли важные изменения в стратиграфической схеме пермской системы. Осуществлён переход к трехчленному делению перми. Уфимский ярус вновь возвращён в нижний отдел. В Общей стратиграфической шкале фанерозоя теперь выделяются нижний – Приуральский, средний – Биармийский, верхний – Татарский отделы.

Обширные выходы пермских отложений имеются во многих районах Волго-Уральского бассейна, в том числе и на территории Самарского Поволжья. В них были установлены нефтепроявления, залежи битума, асфальта и асфальтита. Первое месторождение нефти в регионе было открыто в 1929 году также в пермских отложениях вблизи Верхне-Чусовских Городков. Это событие стало поворотным пунктом для развёртывания широких геологоразведочных работ, приведших к открытию Волго-Уральского нефтегазоносного бассейна, подтвердив гениальный прогноз Губкина И.М.

На территории Самарского Поволжья пермские отложения также нефтегазоносны. Общая мощность пермских отложений здесь изменяется от 250 м до 1700 м, увеличиваясь в южном, юго-восточном направлении в сторону Прикаспийской впадины [1]. Выделяются VII нефтегазоносных комплексов в нижней перми и VIII – в средней. В нижнепермских отложениях имеются продуктивные пласты-коллекторы К-IV и К-III – в артинском ярусе, К-II, К-Ia, К-I – в кунгурском, в казанском ярусе средней перми есть пласт КС. Все пласты представлены трещиноватыми кавернозными доломитами. Мощность пластов колеблется в широких пределах, в среднем от 3-4 до 15-25 м, изредка до 40 м. Пористость доломитов колеблется от 2-3% до 16-24%, проницаемость в среднем 0,2-0,3 мкм<sup>2</sup> и более. Покрышкой служат пакки ангидритов, плотные доломитовые мергели, соленосные толщи кунгурского яруса и гидрхимической свиты [2].

По анализу и обобщению собранных материалов в основном в фондах Волжского отделения ИГ и РГИ, на сегодняшний день на территории Самарской области в пермских отложениях открыто 32 месторождения с 48 залежами. Мы составили 2 карты, на которых показано размещение открытых месторождений в пермских отложениях Самарского Поволжья раздельно для VII (рис. 1) и VIII нефтегазоносных комплексов (рис. 2).

Как известно, для выявления закономерностей размещения месторождений нефти и газа на платформах проводится районирование территории. Исходный элемент – это нефтегазоносный бассейн. У нас – это Волго-Уральский. В качестве нефтегазоносных областей выделяют структуры 1-ого порядка, в пределах которых выделяются зоны нефтегазонакопления [4].

Большинство пермских месторождений расположено на известных тектонических валах Самарского Поволжья. Это Большекинский, Жигулёвско-Самаркинский и Кулешовский валы. Также большое количество месторождений имеется на Северном борту Бузулукской впадины и несколько в Борской депрессии. Южнее Кулешовского вала не открыто ни одного месторождения.

Большинство пермских месторождений Самарской области расположено в зонах нефтегазонакопления, которые представляют собой структуры 2-ого порядка. На Жигулёвско-Самаркинском своде выделяются Мухановская, Кохано-Могутовская и Дмитриевско-Домалатовская зоны, а на Кулешовском валу – Лебяжинская и Кулешовская зоны нефтегазонакопления. Месторождения, расположенные на Северном борту Бузулукской впадины, не укладываются в структурные зоны. Эти структуры чисто седиментационные. Они существуют только в пермских отложениях. В геологической литературе по нефти и газу есть упоминание о рифах раннепермского возраста [3]. По нашим данным, надёжных доказательств этого очень мало.

В формировании структур Северного борта Бузулукской впадины главную роль играли седиментационные процессы. В формировании структур, расположенных на тектонических валах, ведущую роль играли тектонические движения и седиментационные процессы.



Рис.1 Схема размещения месторождений нефти и газа в нижнепермских месторождениях

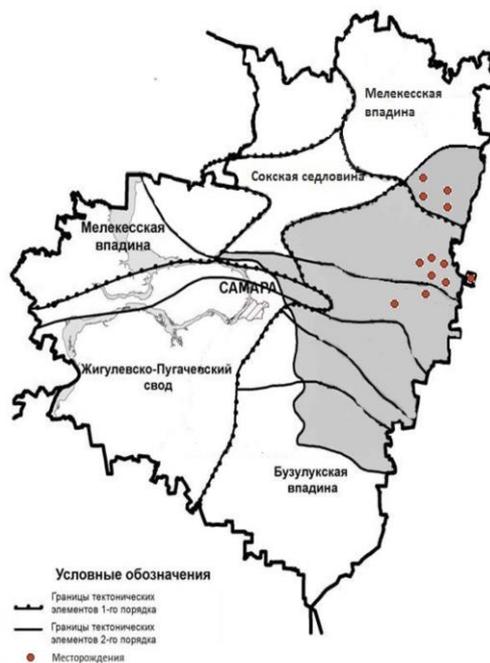


Рис. 2. Схема размещения месторождений нефти и газа в среднепермских месторождениях

#### Литература

1. Аширов К.Б. Геологическая обстановка формирования нефтяных и нефтегазовых месторождений Среднего Поволжья. – Гос. ин-т по проектированию и исслед. работам нефтедобывающей пром-ти. Гипровостокнефть. – М.: Недра, 1965. – 172 с.
2. Геология нефтяных и газовых месторождений Волго-Уральской нефтегазоносной провинции / Под ред. С.П. Максимова. – М.: Недра, 1970. – 93 с.
3. Форш Н.Н. К методике структурного анализа платформенных тектонических структур. – М.: Гостоптехиздат, 1953. – 48 с.
4. Хачатрян Р.О. Тектоническое развитие и нефтегазоносность Волжско-Камской антеклизы. – М.: Наука, 1973. – 171–173 с.

### АНАЛИЗ РАЗРАБОТКИ ПРОДУКТИВНОГО ПЛАСТА БС<sub>8</sub> МАМОНТОВСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ХАНТЫ-МАНСИЙСКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ – ЮГРА)

**В.А. Реховская**

Научный руководитель доцент Н.М. Недолишко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Мамонтовское нефтяное месторождение располагается в центральной части Среднеобской низменности Западно-Сибирской равнины. Территория месторождения расположена на левобережье р. Оби в междуречье Большого Югана и Большого Салыма, находящихся на Среднеобской низменности. В тектоническом плане месторождение приурочено к структуре третьего порядка, которая располагается на Пимском валу. Российская компания ООО «РН-Юганскнефтегаз» является оператором на Мамонтовском нефтяном месторождении [2].

Мамонтовское нефтяное месторождение, разрабатываемое с 1970 года, является уникальным по величине начальных извлекаемых запасов нефти (650 млн. т).

Продуктивные пласты на Мамонтовском месторождении относятся к неокомскому нефтегазоносному комплексу и представлены группой пластов АС (АС<sub>4</sub>, АС<sub>5-6</sub>) и БС (БС<sub>6</sub>, БС<sub>8</sub>, БС<sub>10</sub>, БС<sub>11</sub>). Залежи находятся на глубине 1900–2500 м, характеризуются нормальными значениями пластовых давлений (19,5–24,8 Мпа) и температур (63–80 Т) и относятся к пластово-сводовому типу.

Пласт БС<sub>8</sub> разрабатывается с 1980 года. Содержит около 2 % извлекаемых запасов нефти. Максимальная добыча нефти 0,543 млн. т. достигнута в 1988 году, при обводненности 64 % и отборе 32 % запасов, при темпе отбора НИЗ 4,8 %.

Пласт БС<sub>8</sub> залегаёт на глубине 2275 м под толщей сарманских глин, являющейся надёжной крышкой для залежи. Размеры залежи 12,7 км, контуры ее слабо извилисты. Общая толщина пласта 9,6 м, эффективная 5,8 м. Нефтенасыщена только верхняя часть пласта, залежь полностью подстилается водой. Эффективная нефтенасыщенная

толщина достигает в центральной части залежи 12 м. При этом нефтенасыщенные прослои отделены от водонасыщенной части пласта выдержанными непроницаемыми прослоями. Зон литологического замещения в пределах залежи не отмечается.

Пласт БС<sub>8</sub> – второстепенный объект разработки. Сумма площадей нефтеносности всех залежей составляет 9 % площади нефтеносности Мамонтовского месторождения, а геологические запасы нефти – 3 % всех запасов месторождения.



Рис. 1 Обзорная карта месторождений ООО «РН-Юганскнефтегаз»

Для вовлечения запасов нефти небольшой водоплавающей основной залежи пласта БС<sub>8</sub> в 1981 году СибНИИИП был составлен специальный документ. Предусматривалось разбурить пласт БС<sub>8</sub> самостоятельной сеткой скважин 500-500 (25 га/скв.) по обращенной площадной 9-точечной системе. Плотность сетки скважин в зоне разбуривания – 25-104 м<sup>2</sup>/скв. Скважины по технологической схеме размещаются в пределах изопахиты 3 м.

Ввиду массивного строения, залежь имеет неблагоприятную характеристику обводнения и невысокий конечный коэффициент нефтеизвлечения. Безводная нефтеотдача 3 %, накопленный ВНФ 1,41.

В 1999 году отобрано 271 тыс. т нефти, или 50 % максимального уровня. Максимум добычи жидкости отмечен в 1991 году (1,8 млн. т), в 1999 году добыто 73 % максимально достигнутого отбора жидкости. Вода в добываемой продукции присутствует с самого начала эксплуатации пласта (по причине того, что все залежи являются водоплавающими). На шестой год эксплуатации обводненность продукции превысила 60 %, текущая средняя обводненность составляет 89 %, а текущая нефтеотдача составила 0,194 при утвержденной 0,262.

В эксплуатации в качестве добывающих перебивало 184 скважины, в нагнетании – 36 скважин. По состоянию на 01.01.2005 в добывающем фонде числится 81 действующая скважина, в бездействии – 25 скважины (24 %). На 01.01.05 в целом по пласту отобрано 9,2 млн. т нефти.

Основная часть неработающего фонда (70 %) находится в бездействии длительное время, главная причина простоя – аварийное состояние глубинно-насосного оборудования, необходимость сложного капитального ремонта силами КРС. Практически весь добывающий фонд механизирован (ЭЦН). В нагнетательном фонде – 23 действующих и 14 бездействующих скважин.

Среди других объектов разработки Мамонтовского месторождения пласт БС<sub>8</sub> выделяется благодаря следующим особенностям:

значительно меньшие темпы падения отборов нефти и жидкости относительно максимально достигнутых уровней;

длительный период стабильной обводненности (в течение 10 лет, с 1990 по 1999 гг. средняя обводненность находилась в пределах 73-79 %);

относительная стабильность действующего фонда скважин (на конец 1999 г. в эксплуатации находилось 70 % скважин от максимального количества действующих скважин, работавших на пласт; по месторождению эта величина составляет 61 %);

стабильный темп отбора текущих извлекаемых запасов (5,1-6,2 %) в течение 12 лет (1988-1999 г.).

Начальное пластовое давление составляло 23 МПа (соответствует гидростатическому). В результате ввода нагнетательных скважин годовой объем закачки с 1983 по 1993 год стабильно превышал отбор жидкости в пластовых условиях в 1,2-2,8 раза, что привело к восстановлению в 1985 г., а с 1986 г. и к превышению текущего пластового давления над начальным. В течение всего последующего срока разработки пластовое давление превышало начальное на 0,4-1,4 МПа.

## СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Снижение приемистости нагнетательных скважин, начавшееся в 1995 г., наряду с сокращением на треть (с 20 до 14, а затем и до 12 скважин) действующего нагнетательного фонда, привело к снижению текущего пластового давления от 24,4 МПа в 1994 г. до 2,4 МПа в 1999 г.

В целом по пласту БС<sub>8</sub> из расчета по характеристикам вытеснения ожидаемый при сложившихся условиях разработки коэффициент нефтеотдачи составляет 0,240.

Изменение условий добычи нефти приводят к необходимости разработки остаточных трудноизвлекаемых запасов низкопроницаемых пластов. Разработка этих остаточных, а также новых малодебитных и низкоэффективных месторождений, сопровождается резким увеличением объемов добычи попутной воды, ростом затрат всех видов энергии [1].

Прогрессирующий рост трудноизвлекаемых запасов и увеличение доли запасов, не извлеченных после заводнения, предопределяет все возрастающую роль технологий увеличения нефтеотдачи.

Для повышения темпов отбора остаточных запасов нефти на залежи БС<sub>8</sub> рекомендуется:

увеличить фонд действующих скважин путем ввода части скважин из бездействия, перевода скважин (выполнивших свое назначение) с нижезалегающих объектов;

провести обработку призабойной зоны пласта нефтяных скважин;

провести работы по увеличению нефтеотдачи потокоотклоняющими технологиями (что в условиях водоплавающей залежи позволит повысить охват дренированием нефтенасыщенных прослоев и ограничить приток подошвенной воды к добывающим скважинам).

### Литература

1. Анализ разработки Мамонтовского месторождения // Годовой отчет ОАО «Юганскнефтегаз», 2005. – 198 с.
2. Общая пояснительная записка общепромышленного Мамонтовского месторождения.–Тюмень: СибНИИ НП, 1986.–218 с.

## СТРУКТУРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И АНАЛИЗ ИСТОРИИ ТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЗОНЫ СОЧЛЕНЕНИЯ КАЙМЫСОВСКОГО СВОДА И НЮРОЛЬСКОЙ МЕГАВПАДИНЫ

П.Е. Романов

Научный руководитель научный сотрудник Калинин А.Ю.  
*Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия*

В юго-восточных районах Западной Сибири большая часть месторождений нефти и газа сконцентрирована в верхнеюрских антиклинальных ловушках. При проведении поисковых работ на нефть и газ одной из основных задач, стоящих перед сейсморазведкой, является выделение перспективных структур. Для определения перспектив нефтегазоносности необходимо иметь полное представление о геологическом строении любого объекта (области, района, месторождения). Базой для изучения исследуемой территории является построение структурных карт по реперным геологическим уровням, а для определения условий формирования перспективных объектов необходимо восстановить историю тектонического развития.

В административном плане район исследований расположен на юго-западе Томской области в Каргасокском районе.

*Объект исследования* – верхнеюрские отложения зоны сочленения Каймысовского свода и Нюрольской мегавпадины.

*Цель исследования* – построить геологическую модель строения зоны сочленения Каймысовского свода и Нюрольской мегавпадины.

*Задача исследования* – на базе комплексной интерпретации данных сейсморазведки и скважин глубокого бурения описать структурную характеристику и выполнить анализ истории тектонического развития зоны сочленения Каймысовского свода и Нюрольской мегавпадины.

В пределах исследуемой территории сейсморазведочные работы МОГТ проводились с 1958 по 2011 год. В основу исследований был положен анализ 531 сейсмических временных разрезов МОГТ протяженностью 10798 км и данных глубокого бурения по 162 скважинам. Для восстановления условий формирования месторождения использованы основные принципы сеймостратиграфического, палеоструктурного и палеотектонического анализов.

*Характеристика отражающих горизонтов.* В процессе работы был создан сейсмогеологический проект в интерпретационном пакете W-Seis, откоррелированы отражающие горизонты, контролирующие основные осадочные сейсмогеологические комплексы. Под сейсмогеологическими комплексами понимаются интервалы временных разрезов, отображающие толщи, характеризующиеся различными условиями осадконакопления. Кровлей и подошвой сейсмогеологических комплексов служат границы смены условий седиментации – поверхности региональных несогласий, перерывов, либо региональные поверхности выравнивания, к которым приурочены наиболее устойчивые отражающие горизонты – сейсмические реперы [2].

В процессе работы было осуществлено построение структурных карт по отражающим горизонтам:  $\Phi_2$  – подошва мезозойско-кайнозойского осадочного чехла (приурочен к границе между доюрским основанием и мезозойско-кайнозойскими платформенными отложениями),  $\Pi^a$  – кровля юрского комплекса (подошва баженовской свиты),  $\Pi^b$  – приурочен к кошайской пачке альмского горизонта, (нижний мел, апт),  $\Pi^c$  – формируется на пачке аргиллитов кузнецовской свиты (верхний мел, турон).

*Отражающий горизонт  $\Phi_2$*  (подошва мезозойско-кайнозойского осадочного чехла) приурочен к границе между доюрским основанием и мезозойско-кайнозойскими платформенными отложениями. Изменчивость литологического состава и акустических свойств горных пород, слагающих доюрское основание и перекрывающих

его толщ, а также обилие тектонических нарушений, проникающих в базальные горизонты осадочного чехла, отрицательно сказываются на устойчивости волнового поля. Чтобы надежно откоррелировать данный горизонт, необходимо по возможности больше опираться на результаты глубокого бурения. Стоит отметить, что принцип фазовой корреляции, используемый при прослеживании отражающих горизонтов осадочного чехла, не всегда приемлем при картировании доюрской поверхности.

*Отражающий горизонт II<sup>a</sup>* связан с отложениями баженовской свиты. Из-за того, что на большей части территории Западной Сибири баженовская свита выдержана по мощности, а также имеет аномальные акустические свойства, все это позволяет ее выделять как сейсмогеологический репер.

*Отражающий горизонт III*, приуроченный к кошайской пачке, является наименее устойчивым среди постюрских реперных горизонтов. Энергетическая выразительность горизонта существенно меняется по площади, при этом происходит перераспределение энергии между различными фазами волнового пакета. Фазы, имеющие наибольшие амплитуды в одной части площади, теряют энергетическую выразительность в другой и наоборот.

*Отражающий горизонт IV*, формирующийся на пачке аргиллитов кузнецовской свиты, наряду с горизонтом II<sup>a</sup> – наиболее надежный сейсмический репер, так как на большей части территории горизонт обладает высоким энергетическим уровнем [2].

**Структурная характеристика.** Структурные карты отражают современный рельеф изучаемого горизонта и строятся на основании данных о глубинах его залегания. В ходе работы были построены структурные карты по отражающим горизонтам Ф<sub>2</sub>, II<sup>a</sup>, III, IV.

В связи с тем, что перспективы нефтегазоносности района исследований связаны, главным образом, с верхнеюрскими отложениями, в работе приведено описание структурной поверхности по подошве баженовской свиты, которая является флюидоупором для этого резервуара. Абсолютные отметки изменяются от -2920 м до -2400 м в пределах 520 м. В структурном плане отражающего горизонта II<sup>a</sup> также выделяется Моисеевская структура на севере территории, оконтуренная изогипсой -2500 м, с амплитудой 100 м и площадью 165,08 км<sup>2</sup>. Центрально-, Южно- и Северо-Крапивинские поднятия объединились в одну Крапивинскую структуру, контролируруемую изогипсой -2540 м. Южнее Крапивинской структуры располагается Западно-Крапивинская структура площадью 18,06 км<sup>2</sup> и амплитудой 20 м, которая контролируется изогипсой -2580 м.

Наиболее погруженные участки расположены на северо-востоке в Нюрольской мегавпадине.

В центре Нюрольской мегавпадины расположено Игольско-Таловое куполовидное поднятие (кп) – положительная тектоническая структура III порядка. В ее состав входят Карайское, Игольское и Таловое локальные поднятия (лп); Карайское лп находится западнее Игольского лп. Данная структура оконтуривается изогипсой -2700 м и имеет амплитуду 100 м. По отметке -2685 м оконтуривается Игольско-Таловое поднятие. На Игольском поднятии, которое оконтуривается изогипсой -2680 м и имеет амплитуду 80 м, наблюдается большое количество локальных поднятий. Наиболее крупные поднятия находятся: 1) на юге Игольского поднятия, оно оконтуривается абсолютной отметкой -2640 м и имеет амплитуду 20 м; 2) на севере, которое контролируется изогипсой -2640 м, амплитудой 25 м. Таловое поднятие оконтуривается изогипсой -2680 м, амплитудой 30 м. Оно также осложнено локальными поднятиями. Одно из них расположено в центральной части Таловой площади, оно оконтуривается изогипсой -2670 м, амплитуда 20 м. Другое осложняет Таловое поднятие на юго-западе, контролируется изогипсой -2680 м и имеет амплитуду 15 м. На Карайской площади выделяется малоамплитудное локальное поднятие, ограниченное изогипсой -2670 м, осложненное рядом неконтрастных поднятий.

В центральной части кп выделяется замкнутая отрицательная структура, разделяющая Игольское и Таловое поднятия, оконтуренное изогипсой -2700 м, амплитуда 30 м.

На севере, западе и юге от Игольско-Талового поднятия выделяются крупные депрессии.

**История тектонического развития.** Для восстановления истории тектонического развития используют анализ изменения толщин осадочных комплексов по площади. Зоны увеличенных толщин комплексов, ограниченных в кровле и подошве поверхностями выравнивания, будут отвечать участкам, испытывающим тенденцию к относительному погружению, и наоборот. Таким образом, характер изменения толщин мегакомплексов по площади позволит оценить области относительного прогибания и воздымания на каждом из этапов развития региона [1].

В работе рассмотрены карты изопахит 4 основных мегакомплексов: юрского, берриас-нижнеаптского, апт-туронского и посттуронского, характеризующие изменение толщин сейсмогеологических комплексов по площади.

Характер распределения толщин юрских отложений свидетельствует о том, что северные и северо-западные районы территории исследований испытывают тенденцию к воздыманию, а южные и юго-восточные – к прогибанию. Наибольшую тенденцию к росту испытывают Моисеевское и Южно-Моисеевское палеоподнятия, в меньшей степени – Крапивинское палеоподнятия. Также относительный рост испытывает южная и центральная часть Игольского палеоподнятия, осложняющая Нюрольскую палеодепрессию.

В берриас-нижнеаптское время территория исследований продолжает унаследовано развиваться. Так же, как и на юрском этапе развития, наблюдается региональные тренды воздымания северных и северо-западных территорий Каймысовского свода и прогибания южных и юго-восточных. Следует отметить, что площадь положительных палеоструктур увеличилась относительно юрского этапа развития. Помимо Моисеевской, Южно-Моисеевской и Крапивинской структур, в палеоструктурном плане выделяются Двуреченская и Тагайская структуры. Также продолжает свой относительный рост центральная и южная части Игольского палеоподнятия. Наиболее интенсивный относительный рост испытывает северная часть Таловой палеоструктуры, а также северная и юго-восточная часть исследуемой территории. Тенденция к относительному погружению территории отмечается на западе и юго-западе от Игольского палеоподнятия.

Апт-туронское время на территории исследований, как и в целом на юго-востоке Западной Сибири, характеризуется относительным тектоническим покоем. В то же время, свое формирование продолжают Моисеевская и Южно-Моисеевская структуры, снижается развитие Крапивинской структуры. На юге происходит рост отдельной

локальной Карайской структуры. На востоке территория продолжает испытывать региональное погружение. Центральная и южная части Игольской площади перестали испытывать относительный рост. В палеорельефе кошайской пачки на момент формирования кровли кузнецовской свиты выделяется локальное палеоподнятия в восточной части Игольской площади. На востоке Таловой палеоструктуры отмечается тенденция к относительному погружению территории.

В посттуронский этап произошла перестройка структурного плана. В связи с активизацией альпийской складчатости, происходит воздымание юго-восточного обрамления Западно-Сибирской плиты на фоне активного погружения центральной части бассейна. На юго-юго-востоке происходит региональное воздымание территории, за счет которого отдельные купола Игольской и Таловой площадей вышли на один гипсометрический уровень, образовав крупную ловушку в структурном плане кровли юры, к которой приурочено одно из наиболее крупных месторождений на юго-востоке Западной Сибири – Игольско-Таловое.

#### Литература

1. Конторович В.А. Роль мезозойско-кайнозойской тектоники в формировании залежей углеводородов в южных частях Каймысовского свода и Нюрольской мегавпадины // Геология и геофизика, 20011. – Т. 52. – № 8. – С. 1075–1091.
2. Конторович В.А. Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2002. – 253 с.

### РЕЗУЛЬТАТЫ 1D И 2D МОДЕЛИРОВАНИЯ ОСАДОЧНОГО БАСЕЙНА В ЮЖНОЙ ЧАСТИ АНАБАРСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ

Д.М. Савчик, М.А. Пирожкова, О.А. Никитин

Научный руководитель доцент Л.Н. Болдушевская  
ООО «РН-КрасноярскНИПИнефть», г. Красноярск, Россия

Моделирование осадочных бассейнов и нефтегазоносных систем позволяет проследить эволюцию этих бассейнов в течение геологического времени, а также генерацию и миграцию углеводородов. Наиболее часто для изучения истории развития используются одно- и двухмерные модели. Данная работа знакомит с одно- и двухмерным моделированием позднепротерозойско-раннепалеозойских отложений бассейна на юге Анабарской антеклизы с использованием программы Temis Flow.

Исследуемый бассейн находится в южной части Анабарской антеклизы, севернее Стюджерской седловины (рис. 1). Осадочный разрез включает в себя отложения снизу вверх: рифея, венда (бетичинская, хоронохская, курсовская, бюкская свиты раннего венда и успунская, кудулахская свиты позднего венда); отложения позднего венда-раннего кембрия (юряхская свита); раннекембрийские отложения (билирская свита); ранне-среднекембрийские (эмьякинская, куонамская свиты); среднего кембрия (оленская, джахтарская, силигирская, чукукская, хабардинская, малькайская свиты); отложения позднего кембрия – мархинская свита. Выше залегают маломощные отложения юрского периода. Мощность отдельных свит варьирует в широком диапазоне от полного отсутствия до 904 м.

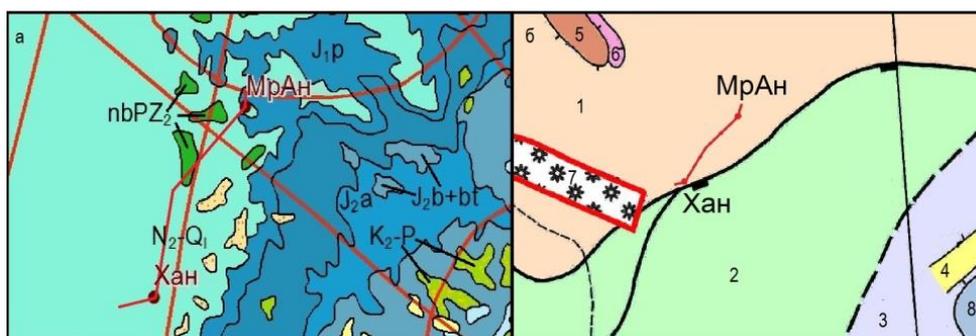


Рис. 1 Положение разреза и скважин: а – на геологической карте Сибирской платформы, б – на тектонической схеме. Структуры: 1 – Анабарская антеклиза, 2 – Стюджерская седловина, 3 – Вилюйская синеклиза, 4 – Харатумусский прогиб, 5 – Мархинский вал, 6 – Ханнинский прогиб, 7 – рифогенная структура, 8 – Линденская впадина

История развития территории включает в себя следующие этапы. В течение венда, раннего и среднего кембрия откладывалась терригенно-карбонатная толща, в среднем-верхнем кембрии накопилась пестроцветная глинисто-карбонатная толща. В ордовикский и среднепалеозойский периоды продолжалось унаследованное развитие территории. Средне-позднепалеозойский этап характеризуется активной тектонической деятельностью в пределах Сибирской платформы, происходит перестройка структурного плана. В период карбона-перми накапливались угленосно-терригенные отложения. В поздней перми-нижнем триасе отмечается тектоно-магматическая активизация. После завершения траппового этапа развития Сибирская платформа в целом испытывала поднятия, за исключением погружения в юрское время [2]. На современном этапе развития продолжается эрозионный этап.

Одномерное моделирование проводилось по двум глубоким скважинам: Мархинско-Андоийская и Ханнинская. Входными данными для моделирования 1D послужили: данные бурения со стратиграфическими

разбивками и мощностями отложений, данные литологии в скважинах, характеристики нефтегазоматеринских пород. Поскольку территория изучена слабо, одной из задач одномерного моделирования в данной работе являлась оценка мощностей эрозии. На исследуемой территории было три крупных эрозионных события: ранний силур-поздний девон, середина раннего триаса-конец триаса, ранняя юра-настоящее время [2]. Максимальное погружение территории испытывала в течение карбона-перми, по разным оценкам мощность отложений могла достигать двух и более км [2]. Кроме того, для оценки эрозии были использованы материалы Соболева П. Н. по степени катагенеза ОВ отложений куонамской свиты [4]. Согласно этим данным ОВ куонамской свиты в исследуемом районе преобразовано до стадий МК<sub>3</sub>-МК<sub>4</sub>. Опираясь на эти данные, эродированная мощность оценивается в 2300 м в предъюрский эрозионный этап. Для периода силур-девон мощность эрозии приблизительно составила 450 м, мезозойско-кайнозойская эрозия составляет 400 м. Оценка теплового потока проводилась по данным М.Н. Железняк [1]. Параметры теплового потока приняты 35 мВт/м<sup>2</sup>, в период тектонической активности (девон, триас) значения теплового потока были приняты 64 мВт/м<sup>2</sup>.

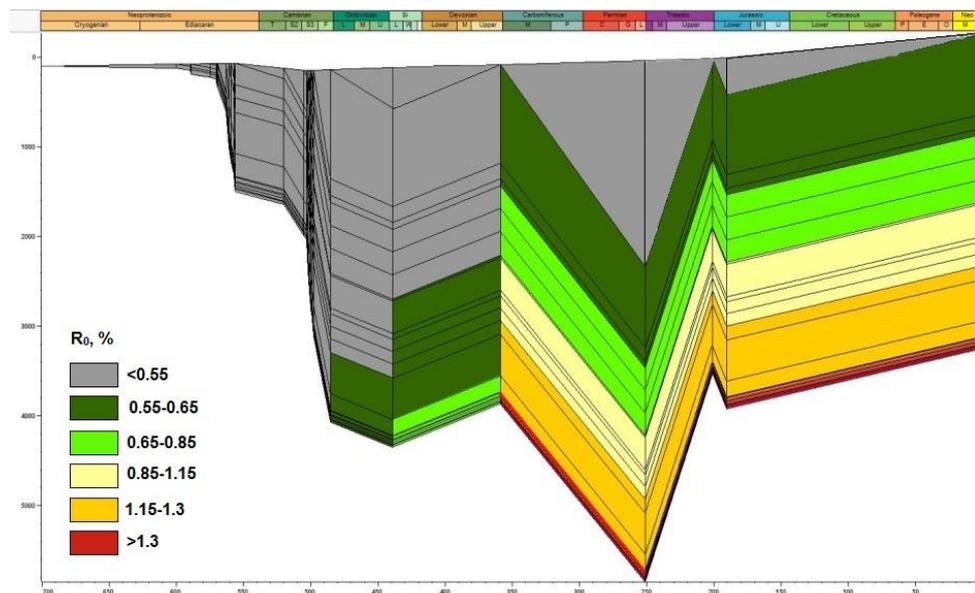


Рис. 2 Степень зрелости органического вещества скважины Ханнинская

Кроме оценки эрозии, при моделировании была произведена оценка зрелости органического вещества (рис. 2). Основная нефтегазогенерирующая толща – куонамская свита нижнего-среднего кембрия. В рифей-вендских отложениях также есть маломощные обогащенные прослои: в курсовской свите венда и в отложениях рифея. На основе рассчитанных моделей история созревания органического вещества предлагается следующая: в период накопления рифейско-вендских, кембрийских отложений погружения и прогрева территории было недостаточно для образования углеводородов. Во время накопления ордовикской толщи органическое вещество рифейских отложений достигло главной зоны нефтеобразования. Во время максимального погружения в период перми-раннего триаса в нефтяное окно «вошли» породы куонамской свиты. Отложения рифея-венда перешли в главную зону газообразования. В настоящее время органическое вещество куонамской свиты остается в «нефтяном окне», а вендские и рифейские нефтегазоматеринские породы – в главной зоне газообразования.

В результате одно- и двухмерного моделирования на территории бассейна южной части Анабарской антеклизы можно сделать следующие выводы. Моделирование термической истории и расчеты отражательной способности витринита показали, что на современном этапе куонамская свита способна генерировать нефть и газ и генерационный потенциал реализован на 35-45%. Глубокопогруженные материнские породы рифея и венда находятся в главной зоне газообразования и реализовали свой потенциал практически полностью. Миграционные пути определены как преимущественно вертикальные, отмечается также незначительная латеральная миграция.

Полученные модели будут уточняться при появлении новых данных или новых подходов к интерпретации фактов.

#### Литература

1. Железняк М.Н. Геотемпературное поле и криолитозона юго-востока Сибирской платформы. – Новосибирск: Наука, 2005. – 227 с.
2. Конторович А.Э., Сурков В.С., Трофимук А.А. Геология нефти и газа Сибирской платформы. – М.: Недра, 1981.–552 с.
3. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Кембрий Сибирской платформы. Том 1. Стратиграфия / С.С. Сухов, Ю.Я. Шабанов, Т.В. Пегель и др.; ред. Ю.Я. Шабанов. – Новосибирск: ИНГГСО РАН, 2016. – 497 с.
4. Старосельцев В.С., Ефимов А.С., Соболев П.Н. Углеводородное сырье битуминозных пород Сибирской платформы // Геология нефти и газа, 2013. – № 5. – С. 73 – 80.

**ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕНОСНОСТИ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ  
ШИРОТНОГО ПРИОБЬЯ**

**Р.М. Саитов**

Научный руководитель научный сотрудник М.А. Фомин  
*Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия*

Снижение темпов прироста запасов и добычи углеводородного сырья за счет открытия новых залежей нефти и газа в гранулярных коллекторах юрского и мелового возраста привлекло внимание геологов и нефтяников к нетрадиционному сложно построенному уникальному природному объекту – баженовской свите [2]. Она является основной нефтематеринской толщей Западно-Сибирского осадочного бассейна. При этом в его центральной части баженовская свита является самостоятельным перспективным объектом для поисков и добычи нефти [1, 3], что определяет актуальность настоящего исследования.

Для изучения классических разрезов баженовской свиты в пределах района исследования были использованы каротажные диаграммы по 250 глубоким скважинам. Для расчленения разрезов скважин использовался комплекс геофизических методов исследований скважин.

По данным каротажа баженовская свита представляет собой высокорadioактивную, высокоомную, плотную и низкопроницаемую толщу пород. Значения КС в интервале баженовской свиты не выдержаны по площади. Кривые каротажа кажущегося сопротивления сильно дифференцированы, запись трех-, четырехмасштабная. Высокие значения КС связаны с высокой нефтенасыщенностью свиты. Запись гамма-каротажа двухмасштабная. Максимальные значения естественной radioактивности в среднем изменяются от 60 до 100 мкР/ч. Кривая ПС в пределах баженовской свиты сохраняет спокойный характер. Отклонения от линии глин влево дают интервалы с повышенной проницаемостью [4]. В ходе исследования было установлено, что мощности классических разрезов баженовской свиты изменяются от 11 до 37 м, а среднее значение мощностей, по результатам просмотренных скважин, в пределах исследуемой территории составляет 25 метров [4].

Основным фактором, обуславливающим образование нефтяных залежей в баженовской свите, считается процесс нефтегенерации, сопровождающийся автофлюидоразрывом, в результате которого и возникает коллектор [1]. Таким образом, чем больше исходной органики и выше степень катагенеза, тем больше вероятность возникновения залежей, а мощные выше- и нижележащие флюидоупоры должны препятствовать миграции углеводородов из баженовской свиты и исчезновению залежей. Таким образом, в работе были рассмотрены следующие критерии нефтеносности баженовской свиты: 1) толщины баженовской свиты с содержанием органического углерода более 7%; 2) значения отражательной способности витринита; 3) толщины выше- и нижележащего флюидоупора.

Максимальные толщины баженовской свиты с содержанием органического углерода более 7% были зафиксированы в пределах флексуорообразной зоны на юге территории исследования, охватывающей Салымскую, Правдинскую, Восточно-Правдинскую, Западно-Усть-Балыкскую, Усть-Балыкскую, Солкинскую, Южно-Сургутскую, Восточно-Сургутскую, Западно-Асомкинскую, Асомкинскую, Покамасовскую, Западно-Покамасовскую, Нивагальскую и Кечимовскую площади. Также повышенные значения толщин были зафиксированы на северо-восточном склоне Сургутского свода в пределах Рускинской и Сорымско-Иминской площадей.

Катагенез является одним из важнейших факторов, контролирующих формирование и сохранение залежей нефти и газа [5], поэтому выяснение уровня катагенетической зрелости органического вещества баженовской свиты является одним из важнейших критериев ее нефтеносности. Для определения стадии катагенеза органического вещества баженовской свиты была изучена карта отражательной способности витринита в кровле юрского комплекса, как показателя уровня зрелости органического вещества. На преобладающей части территории исследования отражательная способность витринита изменяется от 0,6 до 0,8%. В этой области органическое вещество преобразовано в достаточной степени, чтобы из него образовались жидкие углеводороды. Значениям отражательной способности витринита меньше 0,6% соответствует область, протягивающаяся от северо-западного склона Сургутского свода в юго-восточном направлении к северной части Нижневартовского свода, а также территории, прилегающие к периферии Юганской мегавпадины. В этой области органическое вещество еще не достигло зрелости, необходимой для генерации нефти.

В рамках третьего критерия нефтеносности была рассмотрена изолированность баженовской свиты нижележащим флюидоупором. Для этого по данным каротажа было изучено геологическое строение георгиевской свиты и построена карта её толщин. В пределах территории исследования мощность флюидоупора, отделяющего баженовскую свиту от верхневасюганских песчаников в среднем изменяется от 2 до 4 м. Максимальные толщины георгиевской свиты (до 20 м) были зафиксированы в пределах центральной части Сургутского свода на Южно-Конитлорской, Северо-Юрьевской, Юрьевской, Мильтонской, Вачимской, Минчимкинской, Быстринской площадях. Большие мощности свиты на данной территории приурочены к зоне фациального перехода от абалакской свиты к георгиевской и васюганской. Повышенные толщины георгиевской свиты (более 4 м) зафиксированы в северо-восточной части изучаемого района и приурочены к северной части Тевлинско-Рускинской и Когальмской площадей, Западно-Котухтинской и северной части Ватьеганской площади, южной части Тевлинско-Рускинской площади, Рускинской и Икилорской площадям, Нивагальской площади. На юге территории расположены две локальные зоны повышенных толщин, приуроченные к Северо-Островной и Западно-Асомкинской площадям.

Сверху свита изолирована гораздо надежнее, чем снизу. В среднем мощность перекрывающего флюидоупора изменяется от 12 до 17 м. Максимальные толщины подачимовской толщи (24-26 м) приурочены к Южно-Ягунской, Покачевской, Покамасовской и Северо-Асомкинской площадям. Минимальные толщины покрывки составили 6 м и были зафиксированы на Кечимовской площади.

В пределах изучаемой территории находятся двенадцать скважин, в которых проводились испытания классических разрезов баженовской свиты. Во всех скважинах были получены притоки нефти. Было установлено, что продуктивные скважины расположены в зонах толщин георгиевской свиты, равных или превышающих 4 м. Поскольку из этих скважин были получены притоки нефти, то мощность георгиевской свиты равная четырем метрам является достаточной для изолированности баженовской свиты от верхневасюганских песчаников.

На основе комплексного анализа выбранных критериев была построена карта перспектив нефтеносности классических разрезов баженовской свиты (рис.) и выделены территории трех категорий перспективности: 1) высокоперспективные, 2) возможно перспективные, 3) малоперспективные. Высокоперспективные территории были выделены по совпадению благоприятных значений всех выбранных критериев. Так, Сорымско-Русскинская, Вать-Ёганская, Нивагальская, Северо-Островная и Западно-Асомкинская зоны приурочены к территориям с высокими содержаниями органического углерода и зрелым органическим веществом, а также областям больших толщин георгиевской свиты. Также, на данных площадях проводились скважинные испытания в интервале классических разрезов баженовской свиты и были получены промышленные притоки нефти. Территория второй категории перспективности приурочена к зоне высоких содержаний органического углерода, высоких значений катагенетической зрелости органического вещества и повышенных толщин нижележащего флюидопора. Однако информация о результатах испытаний классических разрезов на площадях, приуроченных к данной территории, отсутствует. В связи с этим по результатам проведенного исследования Тевлинско-Русскинская зона была отнесена к возможно перспективной территории. Остальная часть зоны распространения георгиевской свиты была отнесена автором к малоперспективным территориям, поскольку отсутствие одного из рассмотренных критериев является решающим при рассмотрении нефтеносности классических разрезов баженовской свиты.

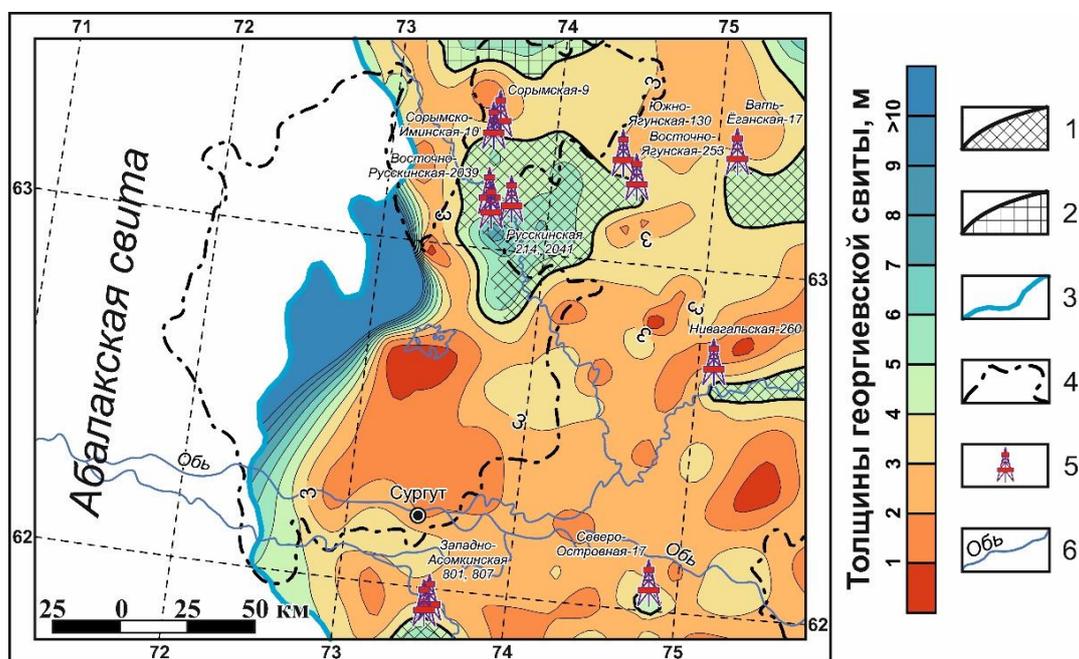


Рис. 1 Карта перспектив нефтеносности классических разрезов баженовской свиты:  
 1 – высокоперспективные территории, 2 – возможно перспективные территории, 3 – граница абалакской и георгиевской свит, 4 – границы положительных структур I порядка, 5 – скважины с притоками нефти из классических разрезов баженовской свиты, 7 – гидросеть

#### Литература

1. Геология нефти и газа Западной Сибири / А.Э. Конторович, И.И. Нестеров, Ф.К. Салманов и др. – М.: Недра, 1975. – 680 с.
2. Зубков М.Ю. Методы оценки перспектив нефтегазоносности баженовской и абалакской свит Западной Сибири / М.Ю. Зубков, С.А. Скрылев, П.М. Бондаренко, С.И. Бачин, И.М. Кос, Н.Я. Медведев, А.И. Чуйко // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО (вторая научно-практическая конференция). – Ханты-Мансийск, 1999. – С. 206–222.
3. Нефтегазоносные бассейны и регионы Сибири. Западно-Сибирский бассейн / Под ред. А.Э. Конторовича. – Новосибирск, 1994. – Вып. 2. – 201 с.
4. Сайтов Р.М., Фомин М.А. Геологическое строение и нефтеносность баженовской свиты в северной части Хантейской гемиянтеклизы // Трофимуровские чтения – 2017: материалы Всероссийской молодежной научной конференции с участием иностранных ученых. Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука. – Новосибирск, 2017. – С. 137–140.
5. Фомин А.Н. Катагенез органического вещества и нефтегазоносность мезозойских и палеозойских отложений Западно-Сибирского мегабассейна. – Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2011. – 331 с.

**ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ  
ВЕНД-РИФЕЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ АЛДАНО-МАЙСКОЙ ВПАДИНЫ**

**Р.Р. Салахов**

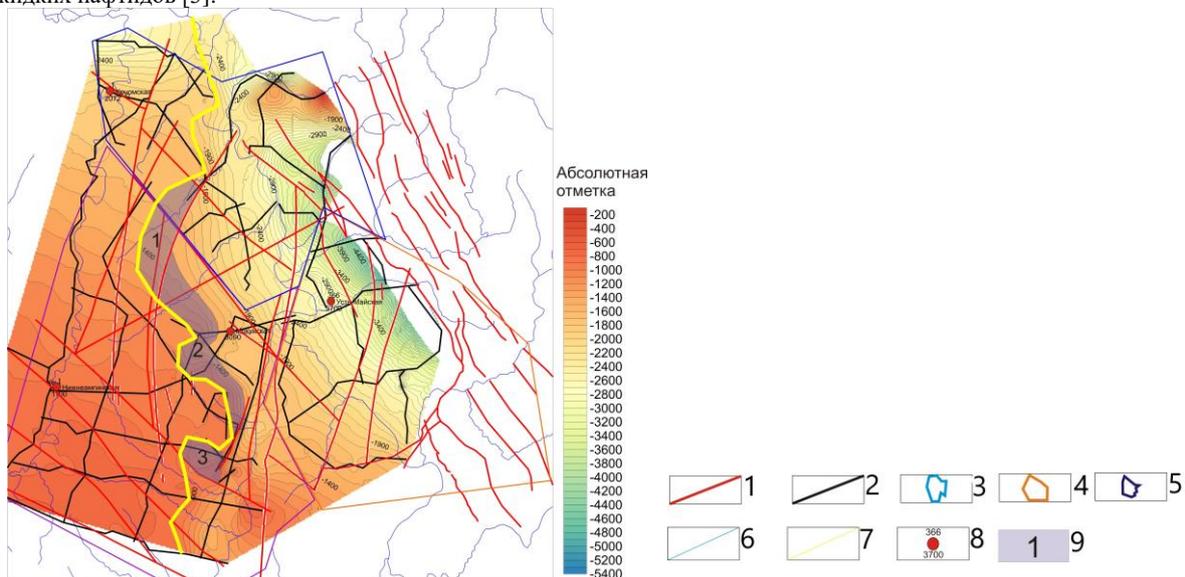
Научный руководитель заведующий лабораторией С.А. Моисеев  
*Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия*

Район работы географически расположен на территории Республики Саха (Якутия), в тектоническом отношении – на востоке Алданской антеклизы. На севере примыкает к Предверхоанскому прогибу, на востоке Верхоянскому складчато-надвиговому поясу.

Алдано-Майская впадина в настоящее время одна из наиболее перспективных территорий на востоке Лено-Тунгусской провинции. Проведенные региональные геолого-геофизические работы позволяют выделить зону выклинивания различных уровней рифейских отложений, составление единого проекта позволит выделить наиболее перспективные объекты для планирования детальных поисковых работ и подготовки территории для лицензирования недр.

Алдано-Майская впадина характеризуется благоприятными региональными предпосылками нефтегазоносности. В пределах Якутии располагается только северо-западная часть Алдано-Майской впадины. Юго-восточные ее районы находятся на территории Хабаровского края под названием Учуро-Майской депрессии. В этих районах по данным мелкого бурения и в естественных обнажениях установлены многочисленные нефтебитумопроявления практически по всему разрезу рифей-кембрийского возраста.

Особенностью разреза венд-рифейских отложений Алдано-Майской впадины можно считать присутствие большого спектра нафтидопроявлений: от повышенных газопоказаний в процессе бурения, до проявлений в керне жидких нафтидов [3].



**Рис. 1** Выделение ловушек на структурной карте по кровле ципандинской свиты (Составил Салахов Р.Р.).  
1 – Разрывные нарушения; 2 – линия сейсмопрофилей; 3 – Хандыгинский объект; 4 – Восточно-Алданский объект; 5 – Алдано-Амгинский объект; 6 – линия выклинивания  $R_3^1$ ; 7 – линия выклинивания  $R_2$ ;  
8 – скважина, сверху номер скважины, снизу – забой скважины; 9 – зона выделения ловушки

Перспективность Алдано-Майской впадины в нефтегазоносном отношении по данным ранее проведенных исследований определяется следующими геологическими условиями.

1. Существование мощных толщ карбонатных и известково-доломитовых пород рифея и преимущественно известково-доломитовых венда и кембрия, общая толщина которых достигает 5-7 км;

2. Наличие в составе рифей-нижнепалеозойских отложений сингенетично битуминозных толщ, которые могут являться нефтематеринскими. В рифейском комплексе прогнозируется две потенциальных нефтематеринских свиты, в вендском и кембрийском – по одной;

3. Нефтебитумопроявления в породах рифей-кембрийского возраста в кавернах и трещинах, а местами в виде насыщения «капельно-жидкой» нефтью небольших прослоев. Проявления их неоднократно описывались в Нижнеамгинской, Мокуйской и Лахангинской скважинах;

4. Наличие в разрезах Алдано-Майской впадины значительных по толщине (от сотен до несколько сот метров) глинисто-аргиллитовых толщ, которые могут быть потенциальными флюидоупорами. В рифейском комплексе имеется три пачки такого состава; в кембрийских отложениях флюидоупором может являться глинисто-известковая толща пестроцветной свиты, прослеживающаяся на всей территории Алданской антеклизы;

5. Присутствие в нижних частях разрезов рифея и венда пачек (до сотен метров), сложенных песчаными породами, свидетельствует о наличии здесь коллекторов терригенных типов. С позиций перспектив нефтегазоносности положительным является то, что в отдельных случаях, например, в рифее, песчаники

непосредственно перекрываются аргиллито-алевролитовой толщей, образуя природный резервуар для углеводородов. Развитие рифовых образований в отложениях рифея и венда дает основание предполагать возможность улучшения коллекторских свойств известково-доломитовых пород.

По данным Т.К. Баженовой, величина рифейской эмиграции, которая формировала ресурсы, определена в 84,7 млрд. т. у.т. Объем аккумуляции нефти в ловушки оценен в 1,5 млрд. т. При отсутствии надежных экранов предполагается, что от этого объема сохранилось около 0,7 млрд. т. [1]. Суммарные ресурсы участка оценены в 850 млн. т. нефти (по материалам ФГУП «ВНИГРИ», 2013 г.).

Основные перспективы рифейских горизонтов в Алдано-Майской впадине связываются с верхней подсвитой малгинской свиты – стратиграфическим аналогом верхней части стрельногорской (погорюйской) свиты западного обрамления платформы. Этот горизонт является наиболее обогащенным ОВ во всем разрезе рифея. Как уже отмечалось выше, малгинская свита распространена лишь в восточной части бассейна, а в западной, скорее всего, «срезана» предьюдомским, предкандыкским, предлахандинским размытиями.

Анализ содержания НО, Сорг, результаты битуминологии, пиролиза, литологии и изучения молекулярного состава позволили разделить породы верхней пачки малгинской свиты на две группы. К первой группе были отнесены породы, содержащие преимущественно автохтонный битумоид, ко второй – паравтохтонный [2]. В ходе работы были выявлены предполагаемые ловушки. В зоне выклинивания циапандинской свиты рифея можно выделить 3 перспективные в плане нефтегазоносности ловушки площадью от 239 км<sup>2</sup> до 678 км<sup>2</sup>. В зоне выклинивания нерюенской свиты рифея было выделено 4 перспективные нефтегазоносные ловушки площадью от 134 км<sup>2</sup> до 566 км<sup>2</sup>.

Вендские отложения с перерывом в осадконакоплении залегают на отложениях рифея. Это способствовало формированию кавернозного коллектора в кровле рифея. Активная дизъюнктивная тектоника приводила к образованию трещиноватых коллекторов. В кембрийских отложениях зоны перспектив связаны с органогенными постройками. Выделяются границы органогенных построек, так как кембрийские органогены по своему строению отличаются от современных, само ядро сложено плотными породами, монолитно, но в течение времени размывается верхняя часть органогенных построек. Размываясь, вокруг границ образуются отложения обломочных доломитов, накапливаются они на склоне органогенных построек.

#### Литература

1. Баженова Т.К., Маргулис Л.С. Нефтегазообразование в Алдано-Майском бассейне Сибирской платформы // Нефтегазовая геология. Теория и практика, 2014. – Т. 9. – № 4. – 18 с.
2. Сулова Е.А., Парфенова Т.М., Сараев С.В., Наговицин К.Е. Органическая геохимия пород малгинской свиты мезопротерозоя и обстановки их формирования // Геология и геофизика, 2017, т. 58, №3-4, с 628-642
3. Основные результаты изучения кембрийских, вендских и рифейских пород в параметрической скважине Усть-Майская-366 / О.В. Шиганова, И.С. Грибова, Д.А. Горбачев и др. // Материалы 2-й науч.-прак. Конференции Геология, геофизика и минеральное сырье Сибири. – Новосибирск, СНИИГГиМС, 2015. – Т. 2. – С. 163–165.

### ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА БАСЕЙНОВОГО АНАЛИЗА ПРИ ПОИСКЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ ЗАЛЕЖЕЙ В ДОМАНИКОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ТИМАНО-ПЕЧОРСКОГО БАСЕЙНА

**И.А. Санникова, М.А. Большакова, Р.С. Сауткин**

Научный руководитель профессор, доктор геол.-мин. наук А.В. Ступакова

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия*

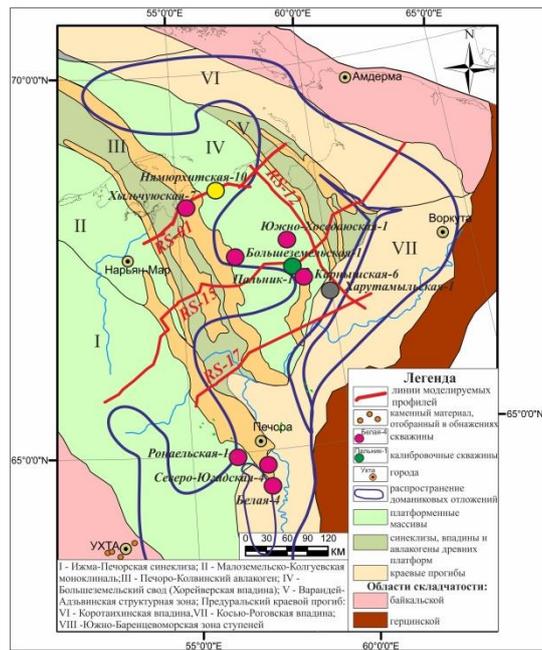
Тимано-Печорский нефтегазоносный бассейн (ТПБ) – один из старейших нефтедобывающих регионов России. И, хотя большинство крупных месторождений выработаны, прирост новых запасов углеводородов (УВ) в этом регионе может быть связан с наличием аутигенной нефтегазоносности («сланцевой» нефти) в среднефранских-турнейских отложениях (D<sub>3</sub>fr<sub>2</sub>-C<sub>1</sub>t), обогащенных органическим веществом (ОВ).

Доманиковые отложения – яркий пример высокоуглеродистой формации [2, 4], сложенной битуминозно-кремнисто-карбонатными породами с повышенным содержанием ОВ до 26%. Почти 190 тыс. км<sup>2</sup> площади доманиковых отложений накапливались в резко восстановительных относительно глубоководных обстановках (глубина моря до 200 м). Мощность этих отложений, как правило, не превышает 40 м.

Для воссоздания геолого-геохимической истории развития и оценки углеводородного потенциала доманиковых отложений ТПБ был использован метод бассейнового моделирования. Этот метод основан на осадочно-миграционной теории происхождения нефти, согласно которой УВ образуются в результате деструкции керогена ОВ. Согласно этой теории, нефтегазоносность любого осадочного бассейна обусловлена следующими основными процессами: накопление исходного ОВ в субаквальных отложениях, преобразование ОВ на стадиях литогенеза и образование УВ, их эмиграция из нефтематеринской толщи (НМТ), последующая миграция и поступление в коллектор.

Для проведения двумерного бассейнового моделирования нами был использован программный пакет Petromod Schlumberger 2015. Были смоделированы четыре сейсмогеологических разреза из опубликованных источников. Три профиля ЮЗ-СВ простираются (RS-01, RS-15, RS-17), а один профиль RS-12 – субмеридионального простирается. Расположение моделируемых профилей на территории Тимано-Печорского бассейна показано на рисунке 1.

## СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ



**Рис. 1 Карта фактического материала и схема тектонического районирования территории ТПБ**

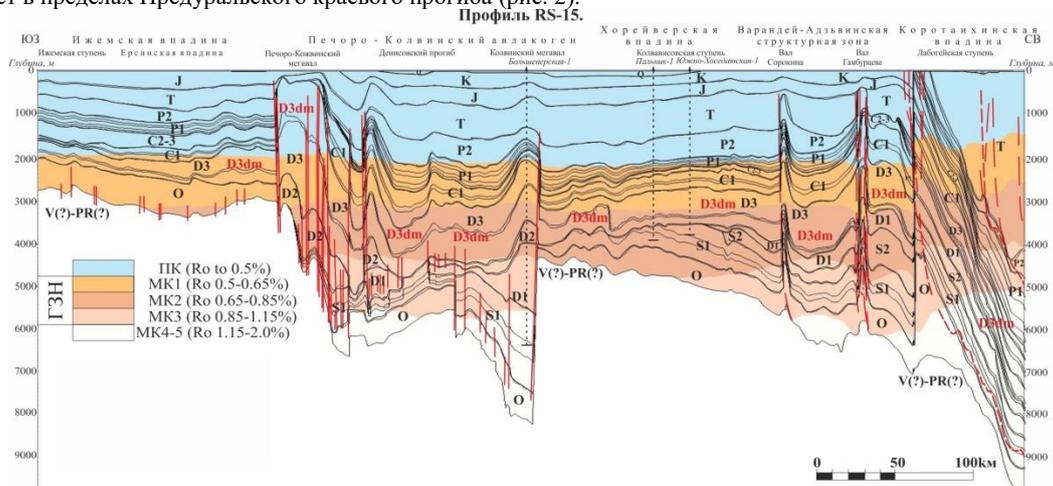
При моделировании литология выделенных стратиграфических горизонтов задавалась с использованием процентных соотношений различных литотипов пород. Особое внимание при построении моделей уделялось литологическому составу доманиковых отложений. В них учтены фациальные замещения на западе Тимано-Печорского бассейна керогеново-кремнисто-карбонатных доманиковых пород глинистыми известняками, которые не способны генерировать углеводороды и не являются НМТ.

Распределение температур в осадочном чехле, полученное при моделировании, сопоставлялось с замерами в скважинах и картой геоизотерм в отложениях верхнефранко-турнейского комплекса ТПБ [1].

Закладываемые геохимические параметры доманиковой НМТ, а именно содержание органического углерода (ТОС), водородный индекс (НИ) и тип ОВ различны в пределах тектонических элементов. Доманиковые отложения содержат преимущественно II тип керогена и характеризуются высоким генерационным потенциалом. Значения исходных содержаний органического углерода были «реконструированы» по методике, предложенной С.Г. Неручевым [3]. Значение исходного водородного индекса было получено по результатам пиролиза Rock-Eval.

Калибровка моделей осуществлялась по значениям показателя отражения витринита (ПОВ), замеренного в углепетрографической лаборатории кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых МГУ, а также пересчитанного из параметра Tmax пиролиза.

По результатам проведенного моделирования, в пределах ТПБ верхняя граница «нефтяного окна» находится на глубине 2-2,5 км, нижняя граница «нефтяного окна» – 5-5,7 км. Доманиковые отложения на современном этапе развития бассейна находятся в главной зоне нефтеобразования (ГЗН) в пределах Хорейверской впадины, Варандей-Адзввинской структурной зоны и Печоро-Колвинского авлакогена. В главную зону газообразования (ГЗГ) доманик попадает в пределах Предуральского краевого прогиба (рис. 2).



**Рис. 2 Степень катагенетической преобразованности осадочной толщи ТПБ**

В пределах Хорейверской впадины индекс трансформации ОВ составляет 10-20%. В наиболее погруженных частях Печоро-Колвинского авлакогена коэффициент трансформации ОВ достигает 40-60%. В Кортаихинской

впадине степень преобразования доманикового ОБ изменяется от 20 до 90%. На территории Варандей-Адзвинской зоны доманик реализовал свой потенциал на 10-40%, однако на валах Сорокина и Гамбурцева индекс трансформации ОБ не превышает 10%.

После анализа степени зрелости ОБ доманиковой НМТ был проведен анализ плотностей генерации доманиковой НМТ в различных тектонических зонах. Согласно полученным результатам, для доманиковой НМТ плотность генерации изменяется от 0 до 7 т УВ/м<sup>2</sup>. На территории Печоро-Колвинского авлакогена плотность генерации УВ домаником составляет 0,6-1,2 т УВ/м<sup>2</sup>, а в пределах Колвинского мегавала – 0-0,6 т УВ/м<sup>2</sup>. В Варандей-Адзвинской структурной зоне доманик генерирует 0,6-1,8 т УВ/м<sup>2</sup>, лишь на территории валов Сорокина и Гамбурцева плотность генерации не превышает 0,6 т УВ/м<sup>2</sup>. В Кортаихинской и Косью-Роговской впадинах наблюдается наибольшая плотность генерации УВ домаником, где она достигает 5,4 т УВ/м<sup>2</sup>. Используя полученные данные по плотности генерации УВ домаником, была составлена карта плотностей генерации УВ для доманиковой НМТ.

Согласно полученным результатам оконтуриваются зоны с низкой плотностью генерации 0-0,6 т УВ/м<sup>2</sup> (вал Гамбурцева, Усинский вал, Макариха-Салюкинская антиклинальная зона). Оценив площади распространения доманиковой НМТ, которым соответствуют сходные значения плотности генерации, было рассчитано общее количество сгенерированных углеводородов по формуле:

$$G = \sum S(p) \cdot p,$$

где G – сумма сгенерированных доманиковой НМТ углеводородов, т УВ;

S(p) – площадь доманиковой НМТ с плотностью генерации p, м<sup>2</sup>;

p – плотность генерации углеводородов, т/м<sup>2</sup>.

Так, величина сгенерированных доманиковой НМТ ресурсов составляет 655000 млн. т. УВ. Проведенный анализ степени реализации генерационного потенциала доманиковых отложений позволил оценить объемы сгенерированных углеводородных ресурсов, которые могут являться не только НМТ, но и возможным «нетрадиционным» коллектором.

#### Литература

1. Зытнер Ю.И., Мигунов Л.В. Термобарические условия существования залежей углеводородов Европейского Северо-Востока СССР // Печорский нефтегазоносный бассейн (геология, геохимия). – АН СССР, Коми НЦ УрО, Ин-т геологии. Сыктывкар, 1988. – Вып. 64. – С. 70–81.
2. Литолого-геохимическая характеристика доманиковых отложений Тимано-Печорского бассейна / Т.А. Кирюхина, М.А. Большакова, А.В. Ступакова и др. // Георесурсы, 2015. – № 2. – С. 87–100.
3. Неручев С.В. Справочник по геохимии нефти и газа. – СПб.: Недра. – 1998. – 576 с.
4. Поискные критерии нефти и газа в доманиковых отложениях Волго-Уральского бассейна / А.В. Ступакова, Н.П. Фадеева, Г.А. Калмыков и др. // Георесурсы, 2015. – № 2 (61). – С. 77–86.

## ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА ИЗУЧЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ШЕЛЬФА АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

О.В. Сарычева

Научный руководитель профессор С.К. Мустафин  
*Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия*

Рост мировой потребности в УВ сырье и истощение его запасов на суше активизировали в последние десятилетия поисково-разведочные работы в акваториях морей и океанов, приведшие к существенному росту морской нефтегазодобычи [4]. Разработка шельфовых месторождений имеет стратегическое значение для нефтегазовой отрасли России [2].

Геологические исследования Арктики начаты в конце 20-х годов XX века специалистами Института Севера, затем Всесоюзного Арктического Института (ВАИ), нефтяного геологоразведочного института (НГРИ).

К настоящему времени геолого-геофизическим изучением недр акваторий шельфа морей России занимались различные организации, такие как: НПО «Севморгео», НПО «Арктикморнефтегазразведка», ОАО «Севморнефтегеофизика», ПАО «Газпром», ПАО «НК «Роснефть» и другие [5]. Всего на шельфе России пробурено 276 морских скважин, основные объемы сейсморазведки составляют 668 тыс. пог. км [3]. Кроме этого проводились аэромагнитная, гравиметрическая съемка акватории, которые легли в основу структурно-тектонического районирования.

Несмотря на то, что сегодня наша страна обладает значительной информационной базой по геологии и геофизике акваторий арктических морей, общий уровень изученности остается далеко не полным, даже применительно к требованиям регионального этапа работ на шельфе. Сейсморазведочные работы и глубокое бурение имеют низкое и чрезвычайно неоднородное качество и требуется в первую очередь комплексный подход к геолого-геофизическим исследованиям, по результатам которых можно выделить основные тектонические элементы и выявить наиболее крупные локальные поднятия, выделить нефтяные (углеводородные) системы.

Геологоразведка на шельфе арктических морей должна включать в себя комплекс геолого-геофизических исследований, состоящий из: геофизических, инженерно-геологических, геолого-геохимических, экологических методов. Кроме выше перечисленных исследований, для более достоверной геологической информации по изучаемой территории обязательным условием является бурение параметрических скважин.

## СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Чтобы показать значимость и эффективность применение комплекса геолого-геофизических исследований для дальнейшего изучения геологического строения, а также выявления перспективных зон нефтегазоаккумуляции на территории арктического шельфа России, в период май-июнь 2017 года на акватории Северного Ледовитого океана (Белое море, Кандалакшский залив) группой исследователей ПАО «НК «Роснефть» (на базе МГУ им. М.В. Ломоносова) был проведен комплекс геолого-геофизических исследований. Белое море расположено на севере европейской части России, соединяется с Баренцевым морем и входит в бассейн Северного Ледовитого океана [1].

*Геофизические исследования* включали в себя: полевые геофизические наблюдения; решение прямых и обратных геофизических задач с целью построения геофизических разрезов и карт. В полевых работах применялся сейсмоакустический и гидролокационный (ГЛБО) методы. Особенностью сейсмоакустического метода на море являются невзрывные источники упругих волн, применяемые в целях сохранения флоры и фауны. Возбуждение упругих волн производилось электроискровыми и электродинамическими источниками sparker (рис. 1).



Рис. 1 Сейсмоакустический метод исследования (фото Сарычевой О.В.)

Задачи исследований заключались в следующем: изучение литологического состава донных осадков; картографирование выходов коренных пород и подводных ландшафтов на поверхности дна; обнаружение признаков техногенного воздействия на поверхность дна и следов ледовой экзарации; определение мест разгрузки подземных вод и выходов газов. По результатам, полученным при методе ГЛБО, проводилась пикировка дна. Интерпретация данных проводилась в программном обеспечении Kingdom, где были прокоррелированы отражающие горизонты, проведен анализ геологического строения, а также построена структурная карта поверхности дна моря.

*Геолого-геохимические исследования.* После проведения геофизических исследований на территории работ были намечены точки отбора проб осадков. При морской геохимической съемке необходимо иметь четкое представление о рельефе дна и мощности осадочных пород, т.к. отбор проб грунта осложнен наличием толщи воды. Во время исследования были отобраны геохимические пробы с глубины моря 50 м и направлены в лабораторию для дальнейшего исследования.

*Инженерно-геологические исследования.* Одним из основных методов на шельфе является отбор проб грунта с борта судна пробоотборниками морского типа (“harp-corer” – глубина внедрения 40 см), а также сейсмоакустическое профилирование, изучение поверхности дна гидролокатором бокового обзора (ГЛБО), видеофиксация дна при помощи телеуправляемого необитаемого подводного аппарата (ТНПА).

*Экологические исследования,* включающие в себя оценку и прогноз, проводят для мониторинга окружающей среды. В исследование входил и лабораторный анализ, включающий в себя анализ микрофлоры и фауны, изучение многообразия живых организмов планктона и бентоса.

По результатам комплекса морских геолого-геофизических методов исследований изучена современная обстановка осадконакопления, предполагающая формирование потенциальных коллекторов и нефтегазоматеринских пород как элементов УВ-системы; обозначены проявления газовых аномалий в надморенных отложениях; прослежено закономерное размещение газонасыщенных осадков в пониженной части кровли фундамента и морены (приуроченность газовых «шапок» к участкам наибольших мощностей надморенных отложений), что предполагает наличие газов «биогенного» происхождения.

Отсутствие должным образом объемов геологоразведочных работ и комплексного подхода к изучению шельфа морей приводит к снижению темпов роста добычи УВ и отодвигает прогноз перспектив нефтегазоносности на дальний план. В настоящее время на всей территории северных морей Арктического шельфа необходимо

применение комплексного подхода изучения территории на этапе региональных работ, что позволит получить безошибочно полную картину о геологическом строении и перспективах нефтегазоносности.

#### Литература

1. Барабошкин Е.Ю. Современное прибрежное осадконакопление Белого моря. Путеводитель седиментологической экскурсии, Нильма. – М.: Высшая Школа Инновационного Бизнеса, 2017. – С. 1–18.
2. Иванов В.Л., Каминский В.Д., Поспелов В.А., Супруненко О.И. Региональное геолого-геофизическое изучение арктического шельфа – ключ к наращиванию нефтегазового потенциала России // Проблемы Арктики и Антарктики, 2009. – №2 (82). – С. 20–26.
3. Захаров Е.В., Холодилов В.А., Мандель К.А. Основные результаты и перспективы развития работ по выявлению и освоению углеводородных месторождений на шельфе Карского моря // Геология, геофизика и разработка нефтегазовых месторождений. – М.: ВНИИОЭНГ, 2004. – №9. – С. 23–27.
4. Сарычева О.В. Анализ нефтегазоносности объектов западной части арктического шельфа России. Перспективы дальнейшего развития // Успехи современной науки и образования. – Белгород, 2016. – №2. – С. 146–150.
5. Холодилов В.А. Геология, нефтегазоносность и научные основы стратегий освоения ресурсов нефти и газа Баренцева и Карского морей: Дис...д-ра геол.-мин. наук. – М., 2006. – 217 с.

### ВЛИЯНИЕ РАЗЛОМНОЙ ТЕКТОНИКИ НА ФОРМИРОВАНИЕ И СТРОЕНИЕ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ И ГАЗА В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ НЕПСКО-БОТУОБИНСКОЙ НГО (СИБИРСКАЯ ПЛАТФОРМА)

Р.Ф. Севостьянова

Научный руководитель профессор В.С. Ситников  
Институт проблем нефти и газа СО РАН, г. Якутск, Россия

Разрывные (дизъюнктивные) нарушения распространены на территории Непско-Ботубинской антеклизы. Они охватывают значительный диапазон дислокаций – от мелкой трещиноватости до глубинных разломов. В одних случаях разрывы лишь сопровождают образование складчатых форм, являются составной частью этого процесса и завершают его при значительных тектонических напряжениях. В других случаях, наоборот, крупные разрывы определяют расположение складок и зон их развития. Характерным является разнообразие морфогенетических форм дизъюнктивов (сбросы, взбросы, надвиги, сдвиги и их различные комбинации), а также значительный интервал масштабов их проявления (от расколов без смещения до крупноамплитудных нарушений с вертикальной или горизонтальной составляющей) [1].

Понятие «глубинный разлом» в литературе трактуется неоднозначно. В нефтегазовой геологии чаще всего разломы рассматриваются как дизъюнктивы, нарушающие сплошность пород и характеризующиеся крупными размерами, линейностью, значительной продолжительностью развития, большой глубиной проникновения в земную кору.

В исследуемом регионе глубинные разломы распространены как таковые преимущественно в теле кристаллического фундамента и в большинстве случаев затрагивают строение лишь низов осадочного чехла.

Конкретные нарушения сплошности пород, отмечаемые в фундаменте и непосредственно в осадочных толщах, рассматриваются в дальнейшем как разрывы или разрывные нарушения, соподчиненные со структурными формами определенного порядка [2].

В платформенных районах дизъюнктивы различного ранга фиксируются преимущественно по гравимагнитным и сейсморазведочным данным. Кроме того, учитываются материалы бурения, геологической съемки, структурно-геоморфологических наблюдений и космофотогеологических исследований.

Учены также результаты интерпретации материалов, полученных после проведения крупномасштабной высокоточной аэромагнитной съемки, охватившей северо-восточную часть Непско-Ботубинской антеклизы и Вилочанскую седловину.

При сейсморазведочных исследованиях методом отраженных волн наличие разрывных нарушений с различной степенью достоверности устанавливается по поведению отражающих площадок. В связи с широким внедрением в практику геофизических работ ОГТ и использованием вибросейсмического комплекса в последние годы непосредственно на рассматриваемой территории были получены материалы, позволяющие в большинстве случаев достаточно уверенно выделять имеющиеся разрывные нарушения. При этом в одних случаях отчетливо видно смещение основного отражающего горизонта, причем практически без потери отражений, в других случаях разрывы отождествляются с узкими участками резкого ухудшения сейсмического материала.

Использование данных глубокого бурения при выяснении особенностей разломной тектоники проводится, прежде всего, путем детального сопоставления разрезов скважин и выявления интервалов с повторением (сдвоением) некоторых частей разреза или выпадением из него отдельных пачек. Большой практический интерес представляет, кроме того, изучение ядерного материала с целью установления зон дробления, интервалов с повышенной трещиноватостью пород, следов палеосейсмических деформаций. В качестве косвенной информации при этом учитываются также данные о результатах испытания скважин (характер насыщения пластов при определенном структурном положении скважин и близости в их расположении, положение газожидкостных контактов и т.д.). Кроме того, учтены фондовые материалы, отмечающие во многих скважинах Среднеботубинской и Верхневилочанской площадей повышенную трещиноватость венд-кембрийских пород и другие следы палеотектонической активности территории в указанный период. Результаты испытания также вполне определенно свидетельствуют о блоковой природе структур, контролирующей газовые месторождения. Менее эффективно здесь при выделении разрывов использование данных по корреляции скважин. Это связано с незначительной амплитудой вертикального смещения нарушенных пластов (до 10-20 м), соизмеримой с конседиментационными колебаниями мощности пачек и свит в региональном плане.

Учены также элементы разломной тектоники, выявленные по комплексу структурно-геоморфологических признаков в результате исследований И.П. Варламова (1979 г.) и Н.К. Молоткова (1980 г.), проведенных на значительной территории, включающей в себя рассматриваемый регион.

## СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

В последние годы XX века изучение разломной тектоники восточной и южной частей Сибирской платформы целенаправленно проводилось в ряде НИИ (Институте геологии ЯФ СО АН СССР, ВостСиб НИИГГиМС, СНИИГГиМС, ВНИГРИ и др.). В итоге к настоящему времени, наряду с региональными картами разломов, составлены объяснительные записки, обобщающие результаты исследований. В них детально рассмотрены вопросы систематизации и морфокинематической характеристики установленных разломов.

Обобщая имеющиеся сведения о разломах и разрывных нарушениях различного порядка, выделенных на территории Непско-Ботубобинской НГО, следует отметить следующее:

1. Многие из перечисленных разломов, судя по структурно-геоморфологическим и космофотогеологическим данным, испытали определенную активизацию на новейшем этапе развития региона.

2. Практически все выделенные разломы затрагивают не только фундамент, но в различной степени проникают в осадочный чехол. Это подтверждается данными геолого-съёмочных исследований, глубокого бурения и сейсморазведочных работ МОГТ. Большинство разрывов, связанных с глубинными разломами, развито, главным образом, в подсолевом терригенно-карбонатном комплексе отложений. Они почти полностью затухают в соленосных толщах. Отмечены также сквозные разрывы, проникающие от фундамента до дневной поверхности. Кроме того, установлено наличие разрывных нарушений, связанных, видимо, с проявлениями соляной тектоники, развитых в верхних горизонтах чехла и затухающих вниз по разрезу.

3. По установленным разрывным нарушениям фиксируются смещения пород, обусловленные как вертикальными подвижками, так и горизонтальными перемещениями различной амплитуды.

4. Многие разломы сопровождаются значительными проявлениями основного магматизма, главным образом в интрузивной форме (дайки, силлы и пр.) [3].

5. В пределах отдельных разломов периодически возникали условия, благоприятные для соляного тектогенеза, не получившего, однако, широкого развития на севере Непско-Ботубобинской НГО.

В отношении нефтегазоносности следует отметить значительную роль разрывных нарушений как своеобразных экранов, способствовавших формированию и весьма широкому развитию неантиклинальных ловушек. Преобладание последних в низах осадочного чехла установлено здесь с высокой степенью достоверности в интервале залегания вендского терригенного комплекса, вплоть до первых кембрийских солей, подстилающих осинский продуктивный горизонт.

### Литература

1. Геология нефти и газа Сибирской платформы / А.С. Анциферов, В.Е. Бакин, И.П. Варламов и др. Под ред. А.Э. Конторовича, В.С. Суркова, А.А. Трофимука. – М.: Недра. – 1981. – 552 с.
2. Ситников В.С., Жерновский В.П. О прогнозе зон нефтегазоаккумуляции новообразованного типа на юго-востоке Сибирской платформы // Вестник Госкомгеологии РС(Я). – Якутск, 2012. – №1. – С. 107–115.
3. Шемин Г.Г. Геология и перспектива нефтегазоносности центральных районов Сибирской платформы. – Новосибирск: СО РАН, 2007. – 467 с.

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ СЕЙСМОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСАДОЧНОГО КОМПЛЕКСА ЯМАЛЬСКОЙ И ГЫДАНСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ОБЛАСТЕЙ ПО ДАННЫМ ИНТЕРПРЕТАЦИИ РЕГИОНАЛЬНЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕЙ МОГТ

А.Е. Солмин

Научный руководитель научный сотрудник Е.С. Сурикова  
Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

Настоящая работа посвящена сравнительной характеристике осадочного комплекса полуостровов (п-овов) Ямал и Гыданский, согласно схеме нефтегазогеологического районирования Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции это территория одноименных нефтегазоносных областей (НГО). Всего в пределах Ямальской НГО открыто 32 месторождения углеводородов, самыми крупными из которых являются Бованенковское, Харасавэйское, Арктическое и др. Месторождения приурочены к положительным структурам 2-3-го порядков. Например, к Нурминскому мезовалу приурочено пять месторождений УВ, среди которых такие уникальные как Харасавейское, Бованенковское и Крузенштерское. В пределах Гыданской НГО открыто 17 месторождений УВ, в том числе газовых – 55, нефтегазовых – 6, нефтегазоконденсатных – 3, газоконденсатных – 14 и нефтяных – 12. Преобладают газовые (61,1%) и газоконденсатные (15,6%) залежи. По величине разведанных запасов газа крупнейшими месторождениями на Гыданском п-ове являются Антипаютинское, Восточно-Мессояхское, Южно-Мессояхское, Гыданское и Геофизическое.

Работа базировалась на комплексной интерпретации региональных сейсмических профилей МОГТ общей протяженностью 6311 км. В ходе исследования выполнена корреляция основных отражающих сейсмических горизонтов, построены сейсмогеологические разрезы и палеоразрезы, выполнено построение набора структурных карт по всем горизонтам и карт изопахит сеймокомплексов. Опираясь на все построения, выполнена структурная характеристика территории, реконструкция истории тектонического развития, определено время формирования всех положительных структур 2 и 3 порядков территории исследования.

Основные отражающие сейсмические горизонты (рис.): А – подошва осадочного чехла; Кт – китербютская свита, тоар; Б – кровля баженовской свиты, берриас; М – нейтинская пачка танопчинской свиты, апт; Г – подошва кузнецовской свиты, турон, которые представляют собой выдержанные по мощности глинистые пачки, распространённые на территории всей Западно-Сибирской плиты, накапливающиеся в эпохи тектонического покоя, обладающие аномально низкими относительно вмещающих пород акустическими характеристиками [1]. Данные

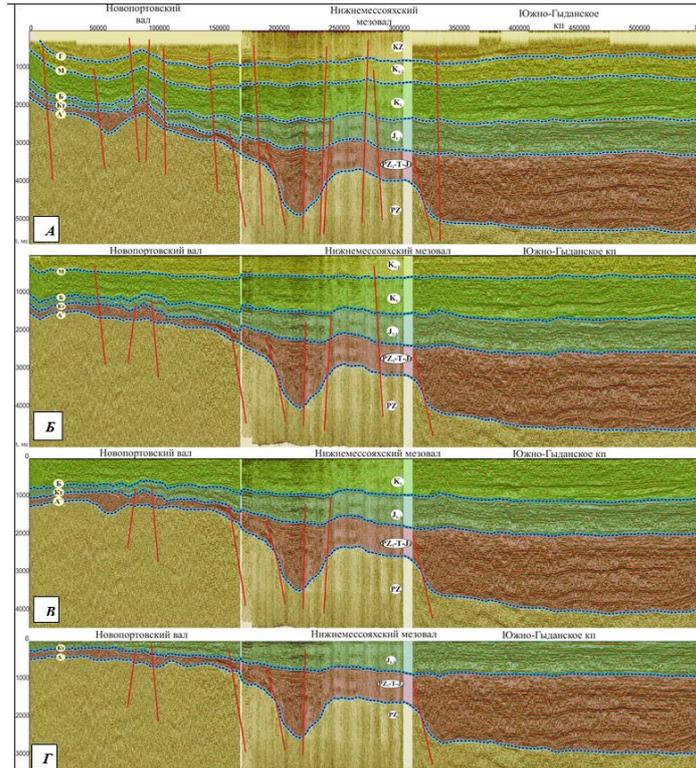
отражающие горизонты в кровле и подошве ограничивают сейсмогеологические комплексы: палеозойский, юрский, берриас-аптский, апт-туронский, посттуронский, которые по объему соответствуют нефтегазоперспективным.

**Структурный анализ позволил сделать следующие выводы:**

Рельеф мезозойско-кайнозойских отражающих сейсмических горизонтов п-ова Ямал представляет собой моноклизу, осложненную высокоамплитудными положительными структурами 2 и 3 порядков (Новопортовский вал, Нурминский мезовал).

Рельеф отражающих горизонтов юры и нижнего мела п-ова Гыданский представляет собой крупную отрицательную структуру, осложненную Гыданским куполовидным поднятием, Геофизическим мезовалом и Мессояхскими поднятиями; по отражающим горизонтам верхнего мела и кайнозоя – моноκлиальное залегание.

Положительные тектонические структуры Ямальской НГО более контрастны по кайнозойским отражающим горизонтам, по сравнению со структурами Гыданской НГО. Поднятия п-ова Гыданский выполаживаются вверх по разрезу, а амплитуды положительных структур 2-3 порядков п-ова Ямал вверх по разрезу увеличиваются.



**Рис. 1 Сейсмогеологический временной разрез по композитному профилю Reg\_5 (А) и палеоразрезы, выровненные горизонту Г (Б), М (В), Б (Г):**

**отражающие горизонты: А – подошва осадочного чехла; Кт – кровля китербютской свиты; Б – кровля баженовской свиты; М – нейтинская пачка тапопчинской свиты; Г – кровля кузнецовской свиты; Сейсмогеологические комплексы: PZ – палеозойский; PZ>T-J1 – позднепалеозойско-нижнеюрский; J1,3 – юрский; K1 – берриас-аптский; K2 – апт-туронский; KZ – посттуронский**

Территория в пределах Гыданского п-ова до раннего мела испытывала тенденцию к относительному прогибанию, в апт-туроне южная часть полуострова начала испытывать тенденцию к росту, в посттуронское время – вся территория полуострова испытывает тенденцию к относительному росту.

На территории исследования месторождения УВ приурочены практически ко всем положительным структурам II и III порядков. В зависимости от наличия или отсутствия выступа палеозойского основания и времени преимущественного формирования положительные структуры были подразделены на три типа.

**Первый тип структур** (Нурминский мезовал, Гыданское кп и др.) – структуры, интенсивно разбитые разрывными нарушениями, сформированные над выступами домезозойского основания, которые приобрели современный вид в рельефе кровли баженовской свиты уже к апту, в апт-альб-сеномане спокойно развивались, а в посттуронское время амплитуды и размеры могут как уменьшаться, так и увеличиваться.

**Второй тип структур** (Харасавэйское кп; Бованенковское кп и др.) – структуры, интенсивно разбитые разрывными нарушениями, сформированные над выступами домезозойского основания, которые начинают испытывать рост в раннем мелу, вплоть до турона наблюдается спокойное развитие, а в посттуронское время – основной рост структур.

**Третий тип структур** (Трехбугорное кп и др.) – бескорневые структуры, не приуроченные к поднятиям фундамента, их формирование началось в апт-туронское время и наиболее активно протекало в посттуронское, именно в кайнозое наблюдалось значительное увеличение амплитуд структур.

В итоге, второй и третий тип структур, для которых основной тектонический этап развития был кайнозой, характерен для территории п-ова Ямал, а первый тип с постепенным ростом структур на протяжении всей мезозойско-кайнозойского времени характерен для п-ова Гыданский.

**Палеотектонический анализ показал:**

Положительные структуры в пределах полуострова Ямал на протяжении всей мезозойско-кайнозойской истории тектонического развития испытывают тенденцию к относительному росту, при этом интенсивный рост положительных замкнутых структур наблюдается в берриас-апте и кайнозое. Практически все эти структуры являются корневыми, т.е. сформированы над выступами палеозойского основания.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-35-00492.*

**Литература**

1. Конторович В.А. Мезозойско-кайнозойская тектоника и нефтегазоносность Западной Сибири // Геология и геофизика. – Новосибирск, 2009. – Т. 50. – № 4. – С. 461–474.

**ВЫДЕЛЕНИЕ ПЕРЕРЫВОВ В ОСАДКОНАКОПЛЕНИИ ПО ШЛАМУ**

**М.П. Стрельников**

Научный руководитель старший преподаватель А.А. Морова  
**Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия**

Перерывы в осадконакоплении, как известно, бывают нескольких типов, но по шламу, как показывает опыт работы на месторождениях Самарской области, можно выделять лишь те типы перерывов, которые так или иначе выражены литологически, и очень редко при наличии руководящей микрофауны в шламе – стратиграфические перерывы. Роль перерывов в осадконакоплении (даже локальных маломощных и слабопротяженных, сложных и, казалось бы, незначительных) для нефтяной геологии, как показала практика, огромна. Поверхности перерывов часто являются зонами структурного разуплотнения пород, а, следовательно, могут служить путями горизонтальной миграции углеводородов. Их влияние на закономерности размещения месторождений или их отдельных составляющих, может быть косвенным или непосредственным, хотя часто при оценке влияния всех прочих факторов это сложно понять. Выделение перерывов в осадконакоплении непосредственно в процессе разбуривания месторождения имеет практическую значимость. Статистика показала, что фиксация больше 90% перерывов в осадконакоплении связана с осложнениями в процессе бурения, что очень четко фиксируется на диаграммах станции геолого-технологических исследований (ГТИ). Эти зоны совпадают с интервалами поглощений промывочной жидкости, подклинок, затяжек бурового инструмента, прихватов. Их своевременное выделение и обоснование служит хорошим подспорьем при составлении геолого-технических нарядов (ГТН) и выданных рекомендаций для предупреждения аварийных ситуаций. Выданные специалистами СамГТУ рекомендации получили неожиданное признание среди буровых бригад и полевых геологов.

Материалы, которыми мы пользовались для выделения перерывов по шламу, известны. Это, прежде всего, литологическая колонка, построенная по шламу, керну и материалам ГИС. Повышенное внимание в этом случае привлекают интервалы резкой смены пород. Вторым объектом исследования являются таблицы литолого-фациальных признаков для различных типов разрезов (в них учитываются геологические и механические особенности разбуриваемых пород). Эти таблицы составлены во многом на основе таблиц, предлагаемых разными специалистами при проведении литолого-фациального анализа керна. Но, чем больше мы работаем со шламом, тем больше таблицы описания шлама отличаются от стандартных, рекомендованных к изучению керна. В них добавлены признаки, присущие породе, но проявляемые только при ее разрушении, основанные на физико-механических свойствах породы, сведены воедино результаты литологического изучения отдельно обвальная и основной фракций шлама, учитывается их соотношение, а главное выработан подход, при котором основной акцент делается не на абсолютные, а на относительные параметры. Отмечается лишь относительная картина изменений (каждая проба сравнивается с предыдущей и последующей). Это сделано потому, что в случае со шламом многие свойства породы сложно уловить, особенно при работе со шламом пород, которые разбуриваются истирающими долотами. Именно анализ таблиц литолого-фациальных признаков дает первый повод для выделения зон перерывов в осадконакоплении в разрезе. Работа ведется одновременно с переинтерпретацией и сопоставлением с данными ГТИ. Наличие перерывов диагностируется по одному (редко) или по совокупности признаков.

*Признаки наличия перерывов по шламу и ГТИ.*

Резкое кратковременное увеличение скорости проходки (при постоянной нагрузке на долото и отсутствия смены литологии). Одновременно с этим признаком, как правило, меняется размер шлама и его форма. Размер шлама может меняться как в сторону укрупнения, например, в карбонатных породах при наличии зоны трещиноватости, по которой развито окремнение или доломитизация, так и в сторону измельчения, свидетельствующего о разрушении породы. Форма обломков меняется в зависимости от породы, важно смотреть и сравнивать форму обломков неизменной породы и вышележащей, принадлежащей зоне перерыва. Например, в трещиноватой зоне известняков пласта А4 башкирского яруса форма обломков удлиненно-уплощенная, резкая угловатая, тогда как ниже по разрезу она объемно изометричная.

Изменение окраски породы. Смена глинистости. В процессе описания шлама и переинтерпретации данных ГТИ было замечено, что изменение цвета глины в разрезе часто совпадает с зонами осложнений. Было сделано предположение, что смена цвета глины связана с зоной разуплотнения пород, которая тоже может быть связана с

перерывами осадконакопления. Позже, при проведении петромагнитных исследований было замечено резкое увеличение значений термокаппы, отвечающей за наличие тонкораспыленного пирита в разрезе в этом интервале. Одновременно при анализе фондов скважин выяснилось, что на этой же абсолютной отметке отбивался водонефтяной контакт (ВНК). Увеличение содержания тонкораспыленного пирита связано, по всей видимости, с деятельностью анаэробных бактерий, существование которых ни в коей мере не может указывать на наличие перерыва, но по опыту мы знаем, что это не первый случай, когда зоны ВНК, перерыва и технологических осложнений совпадают.

При описании шлама карбонатов башкирского яруса, было замечено, что появление интервалов с псевдооолитами также в ряде случаев связано с перерывом. Если учесть, что практически во всех интервалах с псевдооолитами, исследованных нами, можно наблюдать единичные цельные раковины фораминифер, то можно предполагать их органогенное происхождение. Учитывая также тот факт, что появление псевдооолитов, как правило, связано с появлением зерен алевритовой и песчаной размерности в карбонатах, то можно с большой долей уверенности считать, что после периодов кратковременного обмеления бассейна на отмелях сразу за поступлением в бассейн осадконакопления терригенного песчано-алевритового материала происходило бурное развитие органического мира, и, как следствие, дальнейшее накопление раковин фораминифер.

В ряде случаев удается проследить зональность в строении перерыва и вскрытие неизменной породы. Признаком, свидетельствующим о том, что происходили интенсивные процессы выветривания, является увеличение количества стойких к выветриванию минералов, например, гидроокислов железа: лимонита, гётита, гематита, реже псиломелана и пиролизита, голубоватого кремния и гипса в корях выветривания известняков, нерастворимые остатки глинистых минералов. В случае гидротермальных процессов, активно протекающих в корях выветривания, в уже сформированной осадочной толще отмечается наличие гидрослюд, активное проявление вторичных процессов: карстообразование, перекристаллизация, образование гидрослюд, каолинита, серицита, биотита, мусковита, цеолитов и др. Все эти минералы прекрасно определяются в шлеме. В случае развития карста, карстовые полости нередко выполнены мелкими щеточками вторичного кальцита или кварца, которые, разрушаясь, сохраняют идиоморфные формы, иногда мелкие кристаллики сохраняются целиком.

Наличие обломков фосфоритов (многие определяются только по реакции с молибдатом аммония) и зерен глауконита, помутнение зерен, выщербленная поверхность зерен кварца – все это признаки, требующие повышенного внимания при описании шлама.

Диагностировать перерыв в осадконакоплении, пользуясь материалами одной скважины, или используя только один признак, невозможно, но сопоставление данных нескольких скважин и анализ всего фактического материала дает необходимую информацию.

*Признаки наличия перерывов по петромагнитным характеристикам.*

Во всех проанализированных скважинах интервалы перерывов в осадконакоплении совпадали с началом или концом петромагнитного ритма или подритма. Перерывы, выделенные по шлему в лаборатории Самарского университета, уверенно совпали с границами петромагнитных ритмов, выделенных по шлему в лаборатории Саратовского университета при построении схемы корреляции Ново-Киевского месторождения [1]. При проведении последующих работ, мы уже ориентировались на зоны, интерпретируемые при описании шлама, как перерывы. Для того, чтобы подтвердить полученную закономерность, мы провели ряд экспериментов с керном и шлемом и выяснили, какие петромагнитные параметры могут выявлять зоны перерывов. Было доказано, что в интервалах перерыва, выделенного по данным литолого-фациальных исследований керна, отмечаются резко увеличенные значения остаточной намагниченности насыщения ( $J_{rs}$ ) и падение коэрцитивной силы ( $H_{cr}$ ) [2].

Итак, выделение зон перерывов по шлему возможно только при сопоставлении данных литолого-фациальных исследований, геолого-технологических и петромагнитных. Перерывы часто (но не обязательно) совпадают с границами циклов седиментационной ритмичности, выделенными по петромагнитным данным. Бывают совпадения зон перерывов с водонефтяным контактом. Во всех случаях это зоны повышенной аварийности при бурении скважин, поэтому необходима статистика по выявлению таких зон и внесение их в геолого-технические наряды как интервалов повышенной опасности при проводке скважин.

#### Литература

1. Гужиков А.Ю., Маникин А.Г., Коновалов А.Н., Коновалова А.А. Опыт использования петромагнитных характеристик при литологических исследованиях шлама верейского горизонта Ново-Киевского месторождения (Самарская область) // Каротажник. – Тверь, 2015. – № 6 (252). – С. 24–37.
2. Морозова А.А., Дмитриева Ю.С. Сопоставление данных ЛФИ, ГИС и петромагнитных исследований в скважине Гусихинская 1 для выявления причин несоответствий между ними // Ашировские чтения: Труды международной научно-практической конференции. – Самара, 2016. – Т. 1. – С. 100–104.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗДЕЛЕНИЯ НЕФТЕ- И ВОДОНАСЫЩЕННЫХ ПЛАСТОВ В УСЛОВИЯХ ГЛИНИСТЫХ РАЗРЕЗОВ

**М.С. Сундукова**

Научный руководитель доцент В.Е. Чемоданов

**Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия**

Ежегодно в ГИС появляются новые методики и технологии, однако задача разделения нефтеводонасыщенных пластов остается актуальной. Оценить характер насыщения пласта и установить его промышленную нефтегазоносность можно по определению удельного электрического сопротивления пласта по

## СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

данным электрического каротажа. Низкие сопротивления пород обычно характерны для водонасыщенных пластов, высокие сопротивления – для нефтенасыщенных пластов. Однако практика показывает, что четкой границы между величинами удельных сопротивлений, соответствующих тому или иному характеру насыщения пласта, не существует. Одна из методик, позволяющая определить граничное значение удельного сопротивления, называемое критическим сопротивлением ( $\rho_{кр}$ ), базируется на изучении статистического распределения значений сопротивлений ( $\rho_{п}$ ) для коллекторов, давших при испытании промышленный приток нефти (продуктивные пласты) и чистую воду (водонасыщенные пласты) [1]. Для скважин Южно-Неприковского месторождения Самарской области (терригенный пласт А2) результаты ГИС по данной методике выглядят следующим образом (рис. 1).

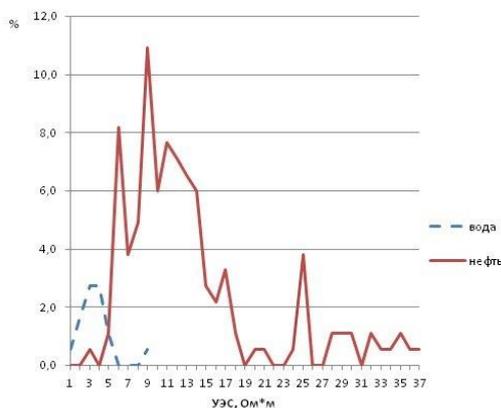


Рис. 1 График статистического распределения УЭС для нефте- и водонасыщенных коллекторов

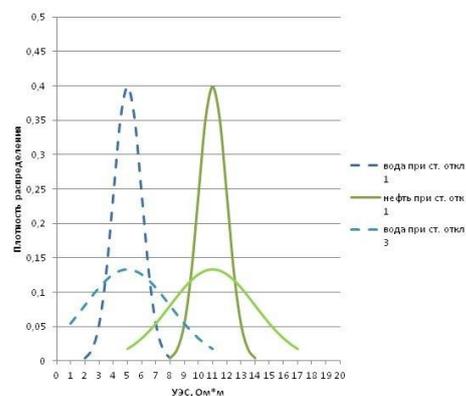


Рис. 2 График плотности распределения случайной величины (УЭС) для нефте- и водонасыщенных пластов при стандартных отклонениях 1 и 3

По графику можно сказать, что величина критического сопротивления равна 5 Ом·м, а величина интервала неоднозначности от 3 до 9 Ом·м.

Проведенные нами ранее теоретические расчеты показали, что на величину интервала неоднозначности оказывает влияние глинистость пластов. Так, при увеличении глинистости пластов кривая УЭС нефтенасыщенных пластов смещается в область низких значений УЭС.

Основной задачей данной работы стало изучение эффективности разделения нефте- и водонасыщенных пластов.

В общем случае, распределение УЭС пласта-коллектора может иметь характер нормального распределения (рис. 2) и задается такими величинами, как среднее значение случайной величины и стандартным отклонением от величины.

В случае, когда кривые распределения для нефте- и водонасыщенных пластов не имеют точки пересечения, методику разделения нефте- и водонасыщенных пластов по данным электрического каротажа можно считать высокоэффективной.

Однако на практике, кривые распределения, при достаточном объеме набора случайных величин, пересекаются. В таком случае, необходимо исследовать, какие факторы оказывают влияние на эффективность разделения.

На рис. 2 кривая функции для водо- и нефтенасыщенного пласта ограничена интервалами  $[a-3\sigma; a+3\sigma]$  и  $[b-3\sigma; b+3\sigma]$  соответственно, где  $a$  и  $b$  – средние значения (5 и 11 Ом·м);  $\sigma$  – стандартное отклонение.

Из теоретических расчетов, мы пришли к выводу, что величина стандартного отклонения характеризует неоднородность среды. При неизменном среднем значении, увеличение стандартного отклонения приводит к увеличению интервала неоднозначности, а, следовательно, к снижению эффективности разделения нефте- и водонасыщенных пластов по данным электрического каротажа.

### Литература

1. Афанасьев С.В. Разработка петрофизической модели электропроводности терригенной породы в литологическом ряде песчаник-алевролит-глина // Автореферат. дисс. на соискание ученой степени кандидата технических наук. – М., 2006. – 22 с.
2. Добрынин В.М., Вендельштейн Б.Ю., Резванов Р.А., Африкан А.Н. Промысловая геофизика. – М.: Недра, 1986. – 209 – 210 с.
3. Методика определения коэффициентов пористости и газонасыщенности коллекторов сеномана месторождений Тюменской области / В.А. Жбаков, А.В. Петров, А.Н. Лапердин и др. // Вестник недропользователя Ханты-Мансийского автономного округа. – Екатеринбург, 2005

## ФАЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И СЕДИМЕНТОГЕНЕЗ НЕФТЕНОСНЫХ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД БАШКИРСКОГО ЯРУСА ВОЛГО-УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА

Н.В. Темная

Научный руководитель доцент А.Н. Кольчугин

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

В условиях современной нефтедобычи Волго-Уральского региона, где значительная часть запасов, сконцентрированная в терригенных коллекторах, уже отработана, встает вопрос о дальнейших перспективах поисковых и разведочных работ. Так, наиболее перспективными в регионе определены карбонатные отложения

каменноугольного, в меньшей степени девонского и пермского возрастов. В рамках исследования были выбраны регионально нефтеносные карбонатные отложения башкирского яруса среднего карбона. Эти отложения активно разрабатываются сегодня малыми и крупными компаниями, однако обладают рядом сложностей, связанных с высокой вязкостью нефтей и крайне высокой степенью фациальной изменчивости пород по площади [1].

Целью работы явилась попытка реконструкции условий осадконакопления по данным исследования керн скважин нескольких месторождений, административно расположенных на территории Республики Татарстан, в тектоническом отношении – на восточной окраине Восточно-Европейской платформы. По данным исследования керн, было установлено, что отложения башкирского яруса представлены известняками, среди которых преобладают мелководные типы, образованные в условиях обширной мелководной карбонатной платформы, а также в условиях крайне нестабильного положения уровня моря. Так, в разрезе выделяются нормально мелководные типы, представленные пакстоунами, пакстоун-вакстоунами с обилием фрагментов мелководной фауны (криноидей, створок брахиопод и др.), мелководные известняки высоко энергетических фаций (грейнстоуны), известняки переходных фаций (мадстоуны и вакстоуны изолированных лагун), известняки обстановок перерывов в осадконакоплении (обломочные известняки, мадстоуны со следами палеопочв и трещин карстования пород) [2]. На основе построенных литологических разрезов были выделены участки с преобладанием тех или иных групп фаций. Так, установлено, что мощности отложений от разреза к разрезу меняются, при этом, чем выше доля обломочных известняков в разрезе и больше признаков субаэральных условий, тем меньше общая мощность разрезов. Напротив, отсутствие явных признаков внутрiformационных перерывов в осадконакоплении, а также относительно высокая доля нормально мелководных известняков в разрезе демонстрирует увеличение мощности разрезов, в том числе увеличение доли потенциальных коллекторов.

Особенности осадконакопления и постседиментационные преобразования известняков башкирского яруса предопределили их коллекторские характеристики. Так, выявлено, что промышленно значимыми коллекторскими свойствами обладают лишь пакстоуны и грейнстоуны, значительно в меньшей степени другие типы пород. Если грейнстоуны имели высокую пористость уже на самых начальных этапах образования пород, то в пакстоунах пористость в значительной мере была сформирована благодаря вторичным процессам выщелачивания [3]. Выявленные закономерности распространения различных типов отложений в изученном регионе показывают, что перспективы нефтепоисковых работ следует связывать с площадями, на которых наблюдается увеличение доли нормально мелководных известняков и отсутствуют следы интенсивной эрозии отложений, в том числе явные следы перерывов в осадконакоплении. Локально в пределах изученной площади такие закономерности установлены. Так, разрезы, находящиеся в пределах купольной структуры Южно-Татарского свода, менее перспективные, тогда как разрезы, расположенные на западном склоне свода и восточном борту Мелекесской впадины, характеризуются большей промышленной значимостью. Применяемый подход и расширение исследований, благодаря изучению керн новых площадей, позволит уточнить литолого-фациальные модели формирования башкирских отложений сначала для наиболее перспективных площадей республики Татарстан, а в дальнейшем и смежных регионов.

#### Литература

1. Морозов В.П., Королев Э.А., Кольчугин А.Н. Карбонатные породы визейского, серпуховского и башкирского ярусов нижнего и среднего карбона / В.П. Морозов. – Казань: ПФ Гарт, 2008. – 187 с.
2. Kolchugin A., Della Porta G., Morozov V. Lower Pennsylvanian reservoir facies from the foreland basin carbonate ramp of the Volga-Ural region, east of Russian platform, Russian Federation. 33 International Meeting of Sedimentology. Toulouse, 10-12 October 2017. – Toulouse, 2017. – P. 467.
3. Morozov, V.P., Kol'chugin, A.N., Kuznetsov, V.G. Some specific modes of the leaching of carbonate rocks // Lithology and Mineral Resources, 2015. – 50 (6). – P. 512–518.

### ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ВАНАВАРСКОЙ СВИТЫ ВЕНДА ЮГО-ВОСТОКА БАЙКИТСКОЙ НГО

**А.Ю. Тимиртдинов**

Научный руководитель старший научный сотрудник Л.Н. Константинова  
**Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия**

Байкильская нефтегазоносная область расположена на территории Красноярского края в западной части Сибирской платформы и входит в состав Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции. По результатам сейсморазведочных и буровых работ на ряде площадей Байкитского района по подошве венд-силурийского структурного яруса А.Э. Конторовичем, И.Г. Левченко, Н.В. Мельниковым, В.С. Старосельцевым и др. была выделена Байкильская антеклиза [2, 3], границы Байкитской НГО было решено провести в рамках одноименной антеклизы [1].

К настоящему времени в Байкитской НГО открыто 8 месторождений, в том числе с терригенными коллекторами ванаварской свиты связана залежь на Ново-Юдуконском месторождении. Также продуктивные горизонты ванаварской свиты венда образуют единый резервуар с рифейским НГК на Юрубчено-Тохомском месторождении. На территории Байкитской НГО пробурено более 200 глубоких скважин, треть из которых (72 скважины) вскрыли отложения ванаварской свиты со средней проходкой 2000-2500 м. Изученность сейсморазведкой территории в среднем составляет 0,53 км/км<sup>2</sup>, общая длина сеймопрофилей – около 62 тыс. км. Байкитскую НГО пересекают два региональных сеймопрофиля «Батолит» и «Алтай-Северная Земля».

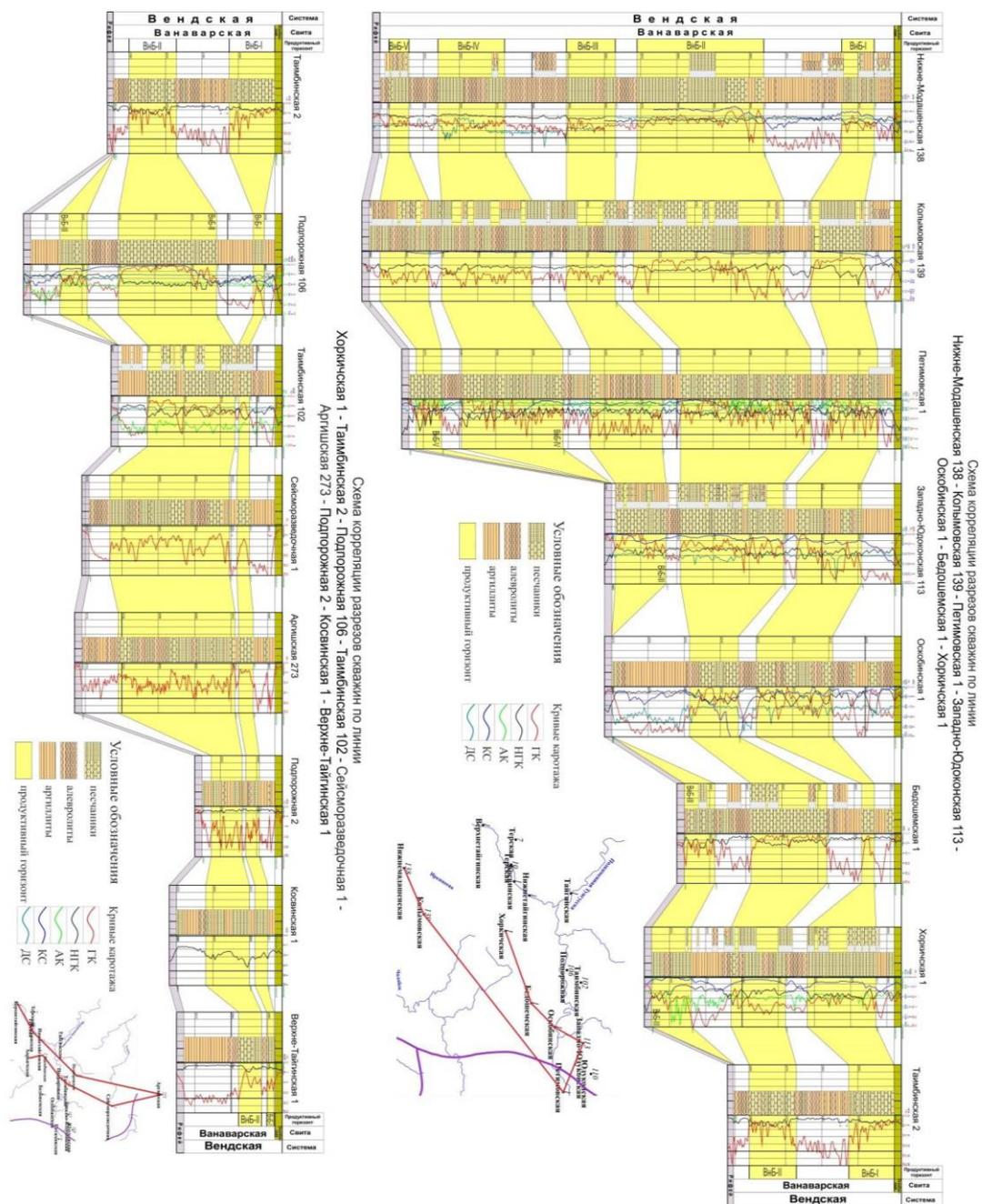
Актуальной проблемой в настоящее время является необходимость дальнейшего наращивания запасов нефти и газа не только в рифее, но и в перспективных терригенных отложениях венда. Изучение коллекторских свойств

## СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

продуктивных горизонтов ванаварской свиты и прогноз перспективных участков нефтегазоносности на территориях относительно мало изученных бурением имеют важное значение для обеспечения транспортировки нефти по нефтепроводу «Куюмба – Тайшет».

Байkitская антеклизa вытянута в северо-западном направлении [1], центральную ее часть осложняет структура I порядка – Камовский свод. Камовский свод в южной части осложнен структурой II порядка – Чадобецким куполовидным поднятием.

По материалам глубокого бурения (каротажные диаграммы ГК, НГК, АК, БК) автором были уточнены разбивки по продуктивным пластам ВнБ-I, II, III, IV, V; составлен корреляционный профиль, показывающий распределение продуктивных горизонтов в разных разрезах скважин – от сокращенных в центральной части Камовского свода до полных на южном склоне этого свода (рис. 1).



**Рис. 1. Схемы корреляций разрезов Ванаварской свиты на территории Байkitской НГО**

По методу регрессионного анализа рассчитаны зависимости абсолютных отметок поверхностей продуктивных горизонтов от поверхностей ванаварской свиты. При этом коэффициент корреляции во всех случаях был близок к единице, что показывает высокую степень достоверности полученных зависимостей.

По сеточным моделям, построенным по сейсмическим отражающим горизонтам R0 (кровля рифея) и M2 (кровля ванаварской свиты) и данным разбивок скважин, построены карты изопахит для ванаварской свиты и продуктивных горизонтов.

В центральной части Камовского свода линия выклинивания ванаварской свиты имеет извилистый контур, связанный с палеоврезами на поверхности рифейского плато, по которым временными водотоками происходил снос терригенного материала с выступов кристаллического фундамента [3]. Эти песчаные отложения русловых и дельтовых фаций также могут являться перспективными объектами.

На южном склоне Камовского свода перспективы связаны как с пластом Б-VIII-I в средней части оскобинской свиты, в котором присутствуют прослои песчаников, так и с песчаными пластами ванаварской свиты. На восточном склоне Камовского свода (Таимбинская ЗНГН) перспективны песчаные пласты ванаварской свиты, а оскобинская свита является зональным флюидоупором.

На основе полученных результатов в дальнейшем будет проведен анализ и дан прогноз наиболее перспективных областей для поиска новых месторождений.

#### Литература

1. Конторович А.Э., Сурков В.С., Трофимук А.А. Геология нефти и газа Сибирской платформы. – М.: Недра, 1981. – 550 с.
2. Конторович А.Э., Мельников Н.В., Старосельцев В.С. Нефтегазогеологическое районирование Сибирской платформы // Геология нефти и газа, 1976. – № 2. – С. 6–16.
3. Мельников Н.В. Венд-кембрийский соленосный бассейн Сибирской платформы (Стратиграфия, история развития). – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. – 148 с.
4. Kontorovich A.E., Surkov V.S., Melnikov N.V. et al. Geology and Hydrocarbon Potential of the Siberian Platform. (Russia). Volume 4. Baykit Region. Petroconsultants, 1993. – 228 p.

### ГЕОМЕТРИЗАЦИЯ ЗОН ФОРМИРОВАНИЯ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ В КЕМБРИЙСКО-НИЖНЕДЕВОНСКИХ КАРБОНАТНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ НЮРОЛЬСКОГО ОСАДОЧНОГО БАСЕЙНА ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ГЕОСИНЕКЛИЗЫ

И.В. Титов, В.И. Стреляев

Научный руководитель доцент А.Е. Ковешников

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Палеозойские образования Западно-Сибирской геосинеклизы (ЗСГ), являющиеся перспективным источником прироста запасов нефти и газа, до настоящего времени не достаточно изучены [1]. Общепринятая точка зрения на формирование пород-коллекторов в доюрских образованиях ЗСГ – формирование их в пределах нефтегазоносного горизонта зоны контакта (НГГЗК) доюрских и перекрывающих их мезозойских образований. Ниже НГГЗК находятся слабоизмененные доюрские образования, в которых по трещинным системам гидротермально-метасоматических преобразования пород могут формироваться участки развития пород-коллекторов, чередующиеся с участками развития пород-неколлекторов [2].

Вся территория ЗСГ на основании изучения литологического состава пород и палеонтологических данных разделена на 23 структурно-фациальных района (СФР) [6] (рис. 1). Значительная часть пород-коллекторов в палеозойских отложениях приурочена к карбонатным породам. Накапливаясь, известняки формируют большие по площади и толщине объекты, которые именуется термином «карбонатная платформа». Для территории ЗСГ построен комплекс палеогеографических карт-схем от ордовика до верхнего девона (рис. 1) [7, 4, 3].

Карбонатные образования [7] от ордовикского до девонского возраста имеют близкие петрофизические свойства, и их различия заключаются в развитии того или иного комплекса органических остатков, принимающих участие в формировании породы. Геометризация пустотного пространства подчинена особенностям проявления вторичных процессов, пространственно связанных с разломами, имеющими субвертикальную ориентировку [2]. Тангенциальные трещины, которые опережают эти разломы, завершаются еще более мелкими, а те еще более мелкими, уже эффективными трещинами, окруженными в примыкающей породе порами и кавернами, являющимися результатом проявления гидротермальных процессов выщелачивания и доломитизации [2]. Такая геометризация пустотного пространства в наименована *приразломной чересполосно-трещинной (древоподобной)* [7].

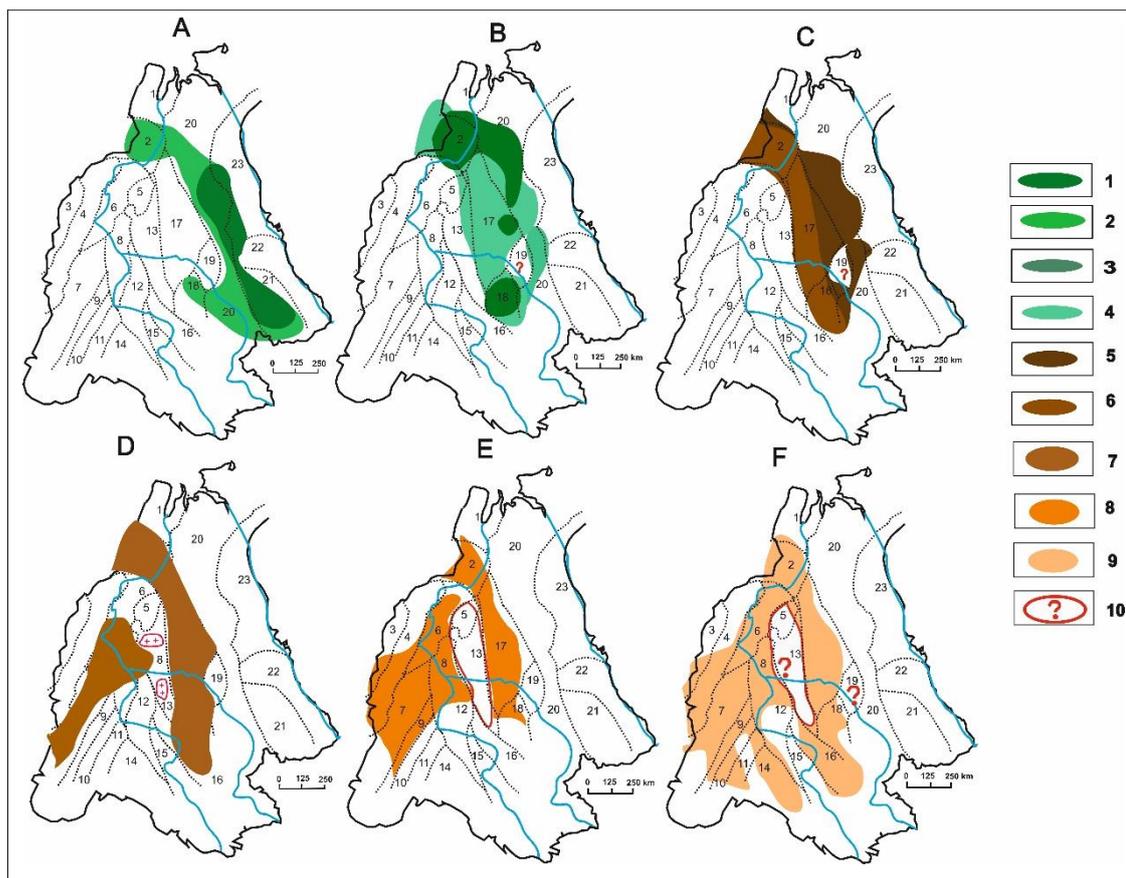
Система геометризации трещин в разрезе выглядит как зона сформировавшихся пород-коллекторов, которые перемежаются с участками неизмененных пород-неколлекторов. В случае причленения описанных зон к участкам, в которых породы-коллекторы сформировались при проявлении гипергенных процессов в зоне НГГЗК, будет сформирована единая трещинно-каверно-поровая система пустотного пространства.

Теперь о собственно геометризации, которая зависит от расположения в пространстве карбонатных платформ. Если рассмотреть последовательно представленные на рисунке 1 палеогеографические карты-схемы, то можно увидеть, что в ордовике, силуре и в раннем девоне карбонатные платформы формировались на ограниченной территории, тяготеющей к полосе северо-западного простирания, расположенной в центральной части ЗСГ. В среднем и позднем девоне к этой полосе добавляются локальные зоны формирования карбонатных пород в западной части ЗСГ. Как показано в [5] часть территории Нюрольского СФР, расположенного в юго-восточной части ЗСГ (Межовский срединный массив), представляет собой синклиналиные складки северо-западного простирания, смятые при проявлении герцинской складчатости. Карбонатные платформы различного возраста в подобных структурах выглядят как половинка лежащей на боку луковичи (северо-западного простирания), каждый слой которой будет

## СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

соответствовать карбонатной платформе того или иного возраста (с учетом площади их распространения). Верхняя же половина такой луковичы уничтожена процессами эрозии во время континентального стояния региона в перми-триасе.

Таким образом, с учетом распространения палеозойских карбонатных платформ в подобных синклиналиных структурах (аналогичных описанной для Межовского срединного массива) эти «срезанные луковичы» в зоне их контакта с доюрской поверхностью преобразованы гипергенными процессами с формированием пород-коллекторов кор выветривания. И уже значительно позднее сформировались разломы с оперяющимися их трещинами, описанные выше как *приразломная чересполосно-трещинная (древоподобная)* система. Такая система трещин может явиться и, вероятно, является проводником мигрирующих в недрах углеводородов, которые таким образом попадали в объединенные разломами участки кор выветривания, сформированные на повышенных формах доюрского рельефа и, в связи с этим, имеющие локальное распространение.



**Рис. 1** Накопление образований карбонатных платформ в пределах Западно-Сибирской геосинеклизы в: А – ордовике; В – силуре, С – нижнем девоне; D – среднем девоне; E – верхнем девоне, фране, F – верхнем девоне, фамене. Условные обозначения: Отложения: 1 – нижнего ордовика; 2 – среднего и верхнего ордовика; 3 – нижнего силура; 4 – верхнего силура; 5 – нижнего девона, лохкова; 6 – нижнего девона, прагиена, эмса; 7 – среднего девона; 8 – верхнего девона, франа; 9 – верхнего девона, фамена 10 – бурением отложения не установлены. Структурно-фациальные районы (СФР): 1 – Бованенковский; 2 – Новопортовский; 3 – Тагильский; 4 – Березово-Сартыньинский; 5 – Ярудейский; 6 – Шеркалинский; 7 – Шаимский; 8 – Красноленинский; 9 – Тюменский; 10 – Косолаповский; 11 – Уватский; 12 – Салымский; 13 – Усть-Балыкский; 14 – Ишимский; 15 – Тевризский; 16 – Туйско-Барабинский; 17 – Варьеганский; 18 – Нюрольский; 19 – Никольский; 20 – Колпашевский; 21 – Вездеходный; 22 – Тыйский; 23 – Ермаковский

### Литература

1. Ковешников А.Е. Влияние герцинского складкообразования на сохранность палеозойских образований Западно-Сибирской геосинеклизы // Известия Томского политехнического университета, 2013. – Т. 323. – № 1. – С. 148–151.
2. Ковешников А.Е., Недолишко Н.М. Вторично-катагенетические преобразования доюрских пород Западно-Сибирской геосинеклизы // Известия Томского политехнического университета, 2012. – Т. 320. – № 1. – С. 82–86.
3. Ковешников А.Е., Меркулова А.А. Система трещинообразования при формировании пород-коллекторов в средне-верхнедевонских карбонатных образованиях Западно-Сибирской геосинеклизы // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XX Международного симпозиума им. академика М.А. Усова. – Том I; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – С. 340–342.
4. Ковешников А.Е., Нестерова А.С. Формирование трещинных пород-коллекторов в ордовикско-нижнедевонских карбонатных образованиях Западно-Сибирской геосинеклизы // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XX

- Международного симпозиума им. академика М.А. Усова. – Том I; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – С. 342–344.
5. Конторович А.Э., Иванов И.А., Ковешников А.Е. Перозо Г.Н., Краснов В.И. Геологические условия нефтегазоносности верхней части палеозойского разреза Западной Сибири (на примере Межовского срединного массива) // Теоретические и региональные проблемы геологии нефти и газа / Под ред. И.С. Грамберга и др. Новосибирск: Наука, 1991. – С. 152–171.
  6. Решения межведомственного совещания по рассмотрению и принятию региональной стратиграфической схемы палеозойских образований Западно-Сибирской равнины / Под ред. В.И. Краснова. – Новосибирск: Сиб. научно-исслед. инст-т геологии, геофизики и минерал. сырья, 1999. – 80 с.
  7. Koveshnikov A.E., Nesterova A.C., Dolgaya T.F. Fracture system influence on the reservoirs rock formation of Ordovician-Devonian carbonates in West Siberia tectonic depression» // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. XX International Scientific Symposium of Students, Postgraduate and Young Scientists "Problems of Geology and Subsurface Development (Tomsk, Russia, 4-8 April 2016), 2016. – 43. – P. 012008-012008

## ПРИМЕНЕНИЕ ЛИТОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ РАСЧЛЕНЕНИЯ И КОРРЕЛЯЦИИ ПРОДУКТИВНЫХ СРЕДНЕ-ВЕРХНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

М.И. Третьякова

Научные руководители: доценты М.И. Шамина, И.В. Рычкова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В современном мире широко распространено бурение нефтяных и газовых скважин для добычи соответствующих полезных ископаемых. Сегодня стоимость бурения нефтяной скважины весьма огромна и в первую очередь зависит от условий залегания. Поэтому, прежде чем закладывать смету на бурение нефтегазовой скважины, необходимо точно знать, к какой свите приурочены продуктивные отложения разрабатываемого месторождения.

Район изучаемых месторождений (площадь Двойная и Снежная) находится в зоне перехода васюганской свиты в наунакскую. До сих пор вопрос разделения этих свит между собой является спорным [1, 2, 4].

Поэтому, с целью определения границ этих свит, нами был изучен керновый материал. Для выделения признаков наунакской и тюменской свит нами были детально изучены литолого-петрографические особенности и минеральный состав пород, вскрытых в скважинах на площади Двойная и Снежная.

В результате литолого-петрографических исследований были выделены литофациальные группы отложений: песчаники, алевролиты крупнозернистые, алевролиты мелкозернистые и аргиллиты.

По результатам рентгеноструктурного анализа в отложениях наунакской свиты обнаружены такие аутигенные минералы как: альбит (до 5%), каолинит (до 4%), клинохлор (до 8%). В составе глинистых минералов преобладает иллит, отмечается повышенное содержание мусковита. Такой набор минералов свидетельствует, очевидно, о внедрении в слабощелочную среду осадочной толщи агрессивных углекислотных флюидов, при этом исходные алюмосиликаты, в частности, полевые шпаты замещаются глинистыми минералами в виде каолинита или гидрослюд (иллита). А также происходит регенерация кремнистых обломков. Часто в таких зонах межобломочное пустотное пространство объединяется в более крупные поры и пустоты [5].

Расчет литохимических модулей по Юдовичу [3] и Кетрис позволил выявить различия в фациальных условиях формирования тюменской и наунакской свит:

1). По значениям гидролизатного модуля большинство образцов рассматриваемых отложений относится к сиааллитам (среднее значение ГМ = 0,3) и лишь 2 образца, относящиеся к тюменской свите, принадлежат к гидролизатам;

2). В углеродистых отложениях рассматриваемых свит модуль во всех образцах относится к категории 0,26-0,35 – нормоглинозёмистые (глинистые породы);

3). Однако наиболее информативным является отношение гидролизатного и алюмокремниевого модулей. Для этих двух модулей типична положительная корреляция для наунакской свиты и нарушение для тюменской свиты (которое указывает на наличие чуждых примесей в породе);

4). Значение титанового модуля в породах тюменской свиты ниже, чем в наунакской;

5). В двух образцах, относящихся к тюменской свите, фемический модуль больше 0,10, что говорит о присутствии в породах вулканогенного материала.

Анализ геохимических индикаторов в целом позволяет сделать выводы, что отложения тюменской свиты формировались в мелководных континентальных бассейнах ( $40 < Fe/Mn < 80$ ). Анализ индикатора палеосолености свидетельствует, что в отложениях тюменской свиты стронция практически не обнаружено, что косвенно свидетельствует о континентальных условиях ее формирования. В отложениях наунакской свиты небольшие содержания стронция при отсутствии бария свидетельствуют о переходных к морским обстановках осадконакопления; очевидно, имеет место трансгрессия, так как происходит смешивание пресных и соленых вод.

### Литература

1. Гудымович С.С., Рычкова И.В., Рябчикова Э.Д. Геологическое строение окрестностей г. Томска. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – С. 84.
2. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Юрская система / Б.Н. Шурыгин, Б.Л. Никитенко, В.П. Девятов и др. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2000. – 480 с.
3. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Основы литохимии. – СПб.: Наука, 2000. – 479 с. – 102 ил.

4. Perevertailo T., Nedolivko N., Dolgaya T. Vasyugan horizon structure features within junction zone of Ust-Tym depression and Parabel megaswell (Tomsk Oblast) // Scientific and Technical Challenges in the Well Drilling Progress IOP Publishing IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 24 (2015) 012023 doi:10.1088/1755-1315/24/1/012023
5. Shaminova M., Rychkova I., Sterzhanova U. and Dolgaya T. Lithology-facial, geochemical and sequence-stratigraphic sedimentation in Naunak suite (south-east Western Siberia). IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 21 (2014) 012001.

## КОМПЛЕКСЫ ИХНОФОСИЛИЙ В РАЗНОФАЦИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ТАНОПЧИНСКОЙ СВИТЫ (ВЕРХНИЙ ГОТЕРИВ-АПТ) ГЫДАНСКОЙ НГО

А.Е. Трушкина

Научный руководитель доцент Л.Г. Вакуленко

Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

Гыданская нефтегазоносная область является одной из самых слабо изученных территорий Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна. В связи с возобновившимся в последнее время изучением приарктических регионов вновь стали появляться результаты исследований, в том числе литолого-фациальных, которые можно использовать не только при поисково-разведочных работах на залежи УВ, но и для уточнения особенностей развития мелового бассейна севера Западной Сибири. Многие исследователи, характеризующие состав и строение нижнемеловых нефтегазоносных отложений Западной Сибири, отмечают наличие интервалов, где проявлены следы жизнедеятельности донных организмов (ихнофоссилии), которые могут указывать как на условия формирования вмещающих отложений, так и на конкретные обстановки осадконакопления. Изучение таких следов (ихнофациальный анализ) является важной составляющей литолого-фациального анализа, используемого для палеогеографических реконструкций.

В результате изучения керна одной из скважин, пробуренной в пределах месторождения на западе Гыданской НГО, были установлены комплексы ихнофоссилий, приуроченные к отложениям прибрежно-морского и переходного генезиса. Материал характеризует танопчинскую свиту (верхний готерив-апт), которая распространена на севере Западно-Сибирского осадочного бассейна. По своему строению свита делится на две подсвиты: нижнюю (готерив-нижний апт) с пластами ТП<sub>14-27</sub>, в пределах которой принято выделять две толщи неравномерно переслаивающихся песчаников, алевролитов, глин и редких пластов бурых углей, разделенные нейтинской пачкой глин; и верхнюю (средний-верхний апт) с пластами ТП<sub>1-13</sub>, представленную неравномерным переслаиванием песчаников, алевролитов и серых глин.

В изученных отложениях были идентифицированы ихнофоссилии, принадлежащие трем ихнофациям – *Cruziana*, *Skolithos* и *Scoyenia*.

Следы жизнедеятельности ихнофации *Cruziana* наиболее таксономически разнообразны и формируются в относительно тонкозернистых неконсолидированных осадках сублиторали и образуются преимущественно поедателями осадка [3, 5]. Эта ихнофация представлена достаточно широким спектром ихнофоссилий: *Planolites* (*Pl*), *Asterosoma* (*As*), *Teichichnus* (*Te*), *Chondrites* (*Ch*), *Zoophycos* (*Zo*), *Paleophycus* (*Pa*) и *Phycosiphon* (*Ph*). Наиболее часто из них встречаются *Planolites*.

*Planolites* (Nicholson, 1873) представлены горизонтальными или очень полого-наклонными цилиндрическими ходами, приуроченными к глинистым слойкам. На поверхностях напластования выглядят как узкие валики, прямые или изогнутые, в срезе, параллельном оси керна, диаметром первые мм, иногда до 6 мм. Вертикальное сечение туннелей овальное или округлое [2, 5]. Характерным является пассивное заполнение ходов материалом обычно более грубозернистого перекрывающего слоя. Заполнение туннелей бесструктурное, материал отличается от вмещающей породы.

Следы жизнедеятельности ихнофации *Skolithos* обычно формируются в рыхлых песчаных и алевроитовых осадках и характеризует обстановки с активным гидродинамическим режимом и большим количеством привносимого материала (зоны нижнего пляжа и верхней предфронтальной зоны пляжа) [4]. В танопчинской свите эта ихнофация представлена тремя ихнофоссилиями: *Skolithos* (*Sk*), *Thalassinoides* (*Th*), *Ophiomorpha* (*Op*) и *Conichnus* (*Co*), могут присутствовать корневые биотурбации. Наиболее распространены *Skolithos* и *Thalassinoides*.

*Skolithos* (Haldeman, 1840) представлены цилиндрическими, изредка слабоизвилистыми и вертикальными ходами-норками диаметром от 3 мм до 2 см, чаще 5-7 мм, глубиной от первых см до 20 см, выполненными тем же осадком, что и вмещающие отложения. Их стенки подчеркнуты углисто-глинистым материалом, иногда следы *Skolithos* развиты вдоль корневой биотурбации. Горизонтальное сечение – круглое.

*Thalassinoides* (Ehrenberg, 1944) представляют собой систему пересекающихся ходов рытья, состоящую из туннелей цилиндрической формы с ровными стенками, которые образуют Т- или Y-образные сочленения. Ихнофоссилии *Thalassinoides* развиты в песчаных отложениях разного возраста и характерны для шельфовых отложений средней глубинности [2].

Следы жизнедеятельности ихнофации *Scoyenia* в нижнемеловых отложениях Западной Сибири впервые были описаны Е.Ю. Барабошкиным [1] на территории Широкого Приобья. Они типичны для низкоэнергетичных континентальных условий с часто затопляемыми субстратами, такими как прирусловые валы, поймы, реке косы меандрирующих и анастомозирующих рек, краевые части озер или приливных равнин. Эта ихнофация представлена ихнофоссилиями *Scoyenia* (*Sc*) и *Taenidium* (*Ta*), а также многочисленными корневыми биотурбациями. Преобладают следы *Scoyenia* (Seilacher, 1967), которые характеризуются горизонтальными или наклонными норами со стенкой, подчеркнутой углисто-глинистым веществом, и менисковым заполнением [1].

Кроме вышеописанных ихнофоссилий встречены мелкие неидентифицированные следы биотурбации, а также интервалы пород с мелкопятнистой или комковатой деформативной текстурой, сформированной в результате интенсивной биотурбации. Для оценки степени биотурбации (И) была взята шестиступенчатая шкала Г.-Э. Рейнека.

В изученном разрезе таношчинской свиты керном охарактеризованы пласты ТП 27, 25, 24, 20, 19, 18, 16, 14, 6, 5, 1. По результатам литолого-фациальных исследований рассматриваемые отложения формировались в условиях дельтового комплекса, сменившегося прибрежно-морским. В ходе исследования разрез был условно разделён на три части.

К нижней части относятся пласты ТП<sub>27-24</sub>, сформированные в обстановках подводной дельтовой равнины – фронте дельты, характеризующихся высокими скоростями седиментации, большим объемом поступающего терригенного материала, опресненными условиями водной среды. В этих пластах ихнофоссилии отсутствуют, И – 0 повсеместно.

Средняя часть, представленная пластами ТП<sub>20-4</sub>, формировалась в дельтовом комплексе, в субаэрально-субаквальных условиях надводной дельтовой равнины. Наиболее разнообразны ихнофоссилии в отложениях приливной отмели, где они представлены комплексом *Skolithos-Asterosoma* с наличием *Te*, *Pl*, *Op*, *Ta*, *Sc*. В маршах был идентифицирован комплекс *Skolithos-Ophiomorpha* с наличием *As*, *Pl*, *Co*. Одинаковое количество ихнофоссилий отмечено в отложениях внутридельтового залива, где идентифицирован комплекс *Planolites* с включениями *Sk* и *As*; каналов промыва с комплексом *Skolithos* и наличием *As* и *Pl*; а также озер с комплексом *Skolithos* и наличием *Ch*, и заболочивающейся поймы с комплексом *Skolithos-Planolites* и включениями *Op*. В условиях устьевого бара идентифицирован комплекс *Asterosoma-Skolithos* и наличием *Op*. Наименьшее количество ихнофоссилий отмечено в условиях прируслового вала с *Planolites* и песчаной отмели со *Skolithos*. Не отмечены следы жизнедеятельности в отложениях дельтовых рукавов. Индекс биотурбации значительно меняется в разрезе пластов: наиболее часто 0-1, маломощными прослоями до 5; наиболее сильная биотурбация отмечена в пластах ТП<sub>18</sub> (до 5) и ТП<sub>16</sub> (до 4), где прослеживаются деформативные текстуры.

Верхняя часть представляет собой прибрежно-морской комплекс (пласт ТП<sub>1</sub>), характеризующий нижнюю-среднюю часть предфронтальной зоны пляжа (межваловая ложбина, прибрежно-морская отмель/вал). В межваловой ложбине пляжа был идентифицирован комплекс *Thalassinoides-Asterosoma* с наличием *Zo* и *Pl*; а в прибрежно-морской отмели – комплекс *Thalassinoides-Teichichnus* с наличием *Pa*, *Ph*. Наиболее часто ихнофоссилии встречаются в отложениях предфронтальной зоны пляжа, реже – в прибрежно-морской отмели. Индекс биотурбации 0-2, локально меняется до 5-6.

В результирующей таблице показано распределение ихнофоссилий по обстановкам седиментации и ихнофациям.

Таблица

Распределение ихнофоссилий по обстановкам седиментации и ихнофациям

Ихнофации Обстановки \ Ихнофоссилии	Cruziana							Skolithos				Scoyenia	
	Zo	As	Te	Ch	Pl	Pa	Ph	Sk	Th	Op	Co	Sc	Ta
Марши		+			+			+		+	+		
Озера дельтовой равнины				+	+			+					
Заболочивающаяся пойма					+			+		+			
Прирусловой вал					+								
Внутридельтовый залив		+			+			+					
Приливная отмель (глинистая)		+	+		+			+		+		+	+
Приливная отмель (песчаная)								+					
Каналы промыва		+			+			+					
Дельтовые рукава													
Устьевые бары		+						+		+			
Прибрежно-морская отмель (вал)			+			+	+		+				
Межваловая ложбина	+	+							+				

Литература

1. Барабошкин Е.Ю. Ихнокомплексы флювиальной дельты (черкашинская свита, готерив-баррем) Салымского свода Западной Сибири // Палеонтология, стратиграфия и палеогеография мезозоя и кайнозоя бореальных районов. – Новосибирск: ИНГ СО РАН, 2011. – Т. 1. – С. 27–31.
2. Микулаш Р., Дронов А. Палеоихнология – введение в изучение ископаемых следов жизнедеятельности. – Прага: Геологический институт Академии наук Чешской Республики, 2006. – 122 с.
3. Ян П.А., Вакуленко Л.Г. Смена состава ихнофоссилий в келловей-оксфордских отложениях Западно-Сибирского бассейна, как отражение цикличности седиментогенеза // Геология и геофизика, 2011. – Т. 52. – №10. – С. 1517–1537.
4. Buatois L.A., Mangano M.G. Organism-substrate interactions in space and time. – Cambridge: University Press, 2011. – 358 p.
5. Pemberton S.G. Trace fossil nomenclature and the Planolites-Paleophycus dilemma // Journal of Paleontology, 1982. – V. 56. – №4. – P. 843–881.

## ГЛИНИСТЫЕ КОМПОНЕНТЫ ТЕРРИГЕННЫХ ПОРОД И ИХ ВЛИЯНИЕ НА КОЛЛЕКТОРСКИЕ СВОЙСТВА

Н.И. Хабибуллина

Научный руководитель профессор В.П. Морозов  
Казанский федеральный университет, г. Казань, Россия

Цель работы – установить влияние глинистых компонентов пород на их коллекторские свойства. Коллекторские свойства пород зависят от литологических и тектонических факторов. Первый фактор характеризуется тем, что наиболее хорошими коллекторскими свойствами обладают слабо глинистые терригенные породы. Вторым фактором характеризуется тем, что высокими коллекторскими свойствами обладают породы, которые формируются в антиклинальных складках. Поэтому для наиболее рационального способа разработки месторождений необходимо учитывать оба эти фактора.

Высокое содержание глинистых компонентов ухудшает проницаемость коллекторов. В таких породах, благодаря повышенной сорбционной активности глины, а также способности некоторых глинистых минералов к набуханию при опреснении пластовых вод, значительно снижается пористость и проницаемость, что в дальнейшем приводит к образованию застойных зон и уменьшению коэффициента нефтеотдачи [2]. Обосновывается сказанное тем, что из-за небольшого размера глинистые частицы занимают промежутки между обломками, уменьшая размеры пор и степень их сообщаемости, тем самым ухудшая коллекторские свойства пород.

Вместе с тем, на коллекторские свойства пород влияет не только содержание в них глинистых минералов, но и морфологические особенности, пространственная укладка, а также место локализации [5]. При этом важную роль играют генетические особенности присутствующих в породах глинистых минералов. Одни из них могут быть седиментогенными, другие могут сформироваться на более поздних стадиях и этапах литогенеза, и те, и другие могут претерпевать разную степень изменения.

Изменение глинистых минералов может заключаться в их перекристаллизации и трансформации. При перекристаллизации происходит укрупнение зерен и повышение степени их идиоморфности. Трансформация протекает с уменьшением глинистых минералов межслоевых промежутков [1]. Примером может служить трансформация монтмориллонита в гидрослюда (иллит), проходящая через серию смешанослойных фаз с различным количественным соотношением разбухающих и неразбухающих слоев.

Глинистые минералы, сформированные при наложенном литогенезе, то есть аутигенезе, могут образоваться в результате кристаллизации из циркулирующих в пласте растворов, а также в результате кристаллизации из растворов, полученных за счет растворения неустойчивых минеральных компонентов пород.

Известно, что основными глинистыми минералами цемента осадочных пород Западно-Сибирского региона являются каолинит, гидрослюда, хлорит и смешанослойные образования [2]. Данные результаты были получены из образцов Кустового месторождения при использовании рентгенографического метода (рис. 1). Обычно принято говорить, что генезис любого глинистого минерала проявляется в его кристаллохимических и морфологических особенностях и месту, которое он занимает в структуре породы. Можно предположить, что при стадийном (фоновом) литогенезе под действием нагрузки вышележащих пластов происходит уплотнение, которое будет выражаться в более плотной упаковке зерен, появлении уплотненных пород.



Рис. 1 Распределение глинистой компоненты в породах Кустового месторождения

Каолинит является наиболее широко распространенным глинистым минералом, составляющим цемент обломочных пород месторождения. Может встречаться в двух морфологических разновидностях, которые образуют плотные и рыхлые укладки зерен. Плотную укладку образует ксеноморфный каолинит, сформированный в седиментогенезе, рыхлая укладка характерна для идиоморфного каолинита с совершенной степенью кристалличности, образующегося за счет аутигенных процессов, за счет замещения и растворения полевых шпатов, что приводит к увеличению пористости [4]. Данный факт охарактеризует то, что повышенные значения пористости и проницаемости породы обусловлены увеличением содержания в ней аутигенного каолинита.

Наряду с каолинитовым цементом, повсеместно встречается хлоритовый цемент. Хлорит имеет плотную укладку зерен в минерале и рыхлую в породе. Зерна хлорита представлены или одиночными зернами или плотными агрегатами. Их пространственное распределение в породе наблюдается в виде ориентированных пластинок или носит хаотичный характер, когда хлорит располагается субпараллельно поверхностям обломочных зерен. Эпигенетический хлорит представлен крустификационными каемками, которые отмечаются в виде отдельных удлиненных кристаллов и их агрегатов, располагающихся перпендикулярно поверхности обломочного зерна. Они формируются в сторону свободного пространства. Также известно, что с глубиной возрастает размер и улучшается огранка зерен хлорита,

данные факты можно охарактеризовать тем, что зерна этого минерала могут менять свою морфологию вследствие перекристаллизации, т.е. не являются «инертными».

Гидрослюдистые минералы, согласно лабораторным исследованиям и литературным данным, представлены совокупностью минералов, в которую входит иллит с весьма малой долей разбухающих межслоевых промежутков. Морфологические особенности зерен минералов свидетельствуют об относительном времени их формирования. Идиоморфность зерен глинистых минералов указывает на их аутигенное происхождение, т.е. названные минералы являются новообразованными. Однако их происхождение может трактоваться двояко: гидрослюды могут сформироваться либо за счет растворения других минералов, либо возникают за счет перекристаллизации седиментогенных зерен, этот случай возможен для зерен хлорита и гидрослюдистых минералов.

В пространстве идиоморфные зерна каолинита, частично растворенные зерна полевых шпатов и регенерация зерен кварца указывают на то, что зерна каолинита являются вновь образованными. Отсутствие же признаков растворения одних зерен и кристаллизации других вблизи зерен аутигенного хлорита, позволяет предположить, что он образовывался вследствие перекристаллизации его седиментогенного аналога. В соответствии со сказанным, зерна гидрослюды, имеющие нитевидную форму, следует относить к аутигенным перекристаллизованным.

Формирование коллекторских свойств осадочных пород происходит на различных стадиях их образования, которым соответствуют различные факторы, определяющие их пористость и проницаемость. Считается, что на фильтрационно-емкостные свойства терригенных пород решающее влияние оказывают, с одной стороны, процессы седиментогенеза и в последующем диагенеза и катагенеза, а с другой стороны, внестадийные вторичные процессы, которые приводят к изменениям значений пористости и проницаемости пород [3]. Хорошо известно, что при седиментогенезе формируются терригенные отложения с определенными коллекторскими свойствами, зависящими во многом от содержания в них тех или иных гранулометрических фракций, что связано с фациальной обстановкой формирования. При последующих процессах диагенеза и катагенеза, в силу уплотнения пород и развития в них аутигенеза, фильтрационно-емкостные свойства пород могут существенно снижаться. Повышению коллекторских свойств терригенных пород, даже находящихся на больших глубинах, могут способствовать вторичные изменения наложенного характера, прежде всего, процессы преобразования аллотигенных минералов, сопровождающиеся выносом части растворенного вещества, с формированием аутигенных минералов.

Таким образом, анализ литературных источников показывает, что на фильтрационно-емкостные свойства глинистых пород существенное влияние оказывают различные процессы. Одни из них приводят к снижению емкости и проницаемости, другие – к их увеличению. Однако оценку роли тех или иных процессов в формировании коллекторских свойств терригенных пород на количественном уровне следует считать достаточно сложной задачей. В нашем же случае снижение коллекторских свойств вызвано повышенным содержанием в них гидрослюдистых минералов и хлорита, и, напротив, увеличение содержания в породах каолинита способствует повышению пористости и проницаемости. Мы считаем, что данный факт указывает на преимущественно седиментогенно-катагенетическую природу гидрослюдистых минералов и хлорита и вторичную природу каолинита.

#### Литература

1. Астаркин С.В., Гончаренко О.П., Мусатов В.А. Зависимость фильтрационно-емкостных свойств терригенных пород от литолого-петрофизических особенностей их строения // Геология, география и глобальная энергия, 2010. – №3. – С. 65–68.
2. Геология и полезные ископаемые России. Западная Сибирь / Под редакцией А.Э. Конторовича, В.П. Орлова, В.С. Суркова. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2000. – Т. 2. – 477 с.
3. Геология нефти и газа Западной Сибири / А.Э. Конторович, И.И. Нестеров, Ф.К. Салманов, В.С. Сурков, А.А. Трофимук, Ю.Г. Эрвье. – М.: Недра, 1975. – 679 с.
4. Котельников Д.Д., Конюхов А.И. Глинистые минералы осадочных пород. – М.: Недра, 1986. – 247 с.
5. Шмырина В.А. Фоновый и наложенный типы литогенеза и алевролитовых отложений позднеюрского и раннемелового возрастов // Автореферат на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. – Казань, 2015. – 24 с.

### ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОЛЛЕКТОРОВ В ДОКЕМБРИЙСКОМ РАЗРЕЗЕ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЛЕНО-АНАБАРСКОЙ НГО

Р.Д. Шаваров

Научный руководитель: научный сотрудник к.г.-м.н. И.В. Тумашов  
Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

Результаты литологического исследования, приведенные в этой работе, основаны на изучении kernового материала верхнерифейских отложений из глубоких скважин, расположенных на территории Лено-Анабарской НГО (Рис. 1). Дана характеристика состава, строения и обстановок формирования отложений, а также установлены закономерности чередования терригенных и карбонатных комплексов в рассматриваемой части разреза. Породы осадочного чехла Лено-Анабарской НГО сложены преимущественно рифейскими, вендскими, кембрийскими и пермскими отложениями [1]. Рифейские отложения, вскрытые скв. Бурская-3410 и Хастахская-930, представлены тукуланской, куладинской, хастахской, таймыльской свитами (Рис. 2).

Основная часть разреза скв. Бурская-3410 выполнена карбонатными породами: верхняя часть тукуланской и куладинской свит, а также полностью таймыльская свита. Терригенные отложения приурочены к нижним частям этих свит и хастахской свите [2].

## СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Тукуланская свита разделяется на две подсвиты. Нижняя представлена аргиллитами темно-зеленовато-серыми, часто оскольчатые и плитчатые. Для них характерна субгоризонтальнослоистая, реже косослоистая текстура, за счет тонких (до 3 см) слоев песчаников мелко- и мелко-среднезернистых. Верхняя подсвита состоит из доломитов светло-серых, микрит-спаритовых (размеры кристаллов 0,01-0,2 мм), перекристаллизованных, сильно кавернозные. В скв. Хастахская-930 разрез представлен только верхней подсвитой, имеющей аналогичный состав скв. Бурской-3410.



Рис 1. Схема расположения скважин на территории исследования

Куладинская свита в обеих скважинах, также, как и нижележащая, имеет двучленное строение. Нижняя подсвита сложена преимущественно песчаниками мелко- и мелко-среднезернистыми, с однородно-массивной текстурой, изредка с тонкой горизонтальной и косой слоистостью, за счет микрослоев темных аргиллитов. Песчаники полевошпатово-литокластитово-кварцевые с глинисто-кварцевым контактово-поровым, карбонатно-железистым пленочно-поровым, карбонатным и реже регенерационным кварцевым цементами. В средней части свиты отмечается переслаивание темно-зеленовато-серых аргиллитов, тонкогоризонтальнослоистых, часто оскольчатых, трещиноватых, с известняками микрит-спаритовыми, редко окремненными, с тонкими слоями аргиллитов. Верхняя подсвита сложена светло-серыми известковистыми доломитами иногда окремненными, с реликтами зернистой и реже строматолитовой (ламинитовой) структуры.

Хастахская свита сложена терригенными отложениями, которые представлены пластами песчаников (до первых метров) среди серых и буроватых аргиллитов и алевролитов. Песчаники преимущественно мелкозернистые, часто алевроитовые, с прослоями мелко-среднезернистых и крупнозернистых разностей, преимущественно полевошпатово-литокластитово-кварцевые, с глинистым и карбонатно-глинистым поровым, контактово-поровым и порово-базальным цементами. В породах отмечаются широкое разнообразие текстур: однородно-массивные, тонкослоистые, линзовидные, горизонтально- и косослоистые. Алевролиты часто слюдястые с тонкими горизонтальными и косыми слоями мелкозернистых песчаников. Аргиллиты распространены в кровле и в подошве свиты. Они представлены серыми, зеленовато-серыми и бурыми разностями, часто слюдястые на поверхностях напластования. Отложения в скв. Хастахская-930 и Бурская-3410 аналогичны.

Таймыльерская свита на территории исследования вскрыта только в скв. Бурская-3410. Отложения, в отличие от нижележащих, сложены целиком из карбонатных пород, они представлены доломитами светло-серыми, часто известковыми и окремненными, битуминозными, трещиноватыми и кавернозными. По типу породы - микритово-зернистые и биоморфные, отмечаются микрит-микробиальные и строматолитовые разности.

Рифейские отложения из скв. Дьяпальская-1 эсэлехской, нэлэгерской и сизтачанской свитами (Рис. 3). Эсэлехская свита - нижняя в разрезе скв. Дьяпальская-1. Породы здесь представлены доломитами серыми, с массивной и брекчиевидной текстурой, иногда алевроитистых, с примесью темно-серых аргиллитов. Породы нэлэгерской свиты почти полностью представлены известняками, местами зернистыми, в которых широко проявлена субвертикальная и субгоризонтальная стилолитизация, и приуроченная к ней битуминизация. Свежий скол зерна имеет характерный, резкий запах УВ. Сизтачанская свита имеет смешанный состав. Распространены бурые аргиллиты, часто алевроитистые, доломитистые и известковистые, с прослоями известняков зернистых и доломитов алевроитистых, мощностью до 1-2 м, темно-серых, битуминозных [3].

На основании проведенного анализа, можно сделать вывод, что территория исследования в позднерифейское время была мелководным бассейном, с циклическим, поочередным накоплением карбонатных и терригенных отложений. Так тукуланская свита накапливалась в относительно глубоководной части, в обстановках открыто шельфовых фаций. Для нижней части куладинской свиты отмечается постепенное углубление бассейна - от мелководных обстановок карбонатного шельфа к глубоководным. Для верхней части этой свиты характерно накопление оолитово-интракластических баровых комплексов и водорослевых строматолитовых покровов литоральной зоны карбонатного шельфа. Отложения хастахской свиты соответствуют фациям распределительных каналов дельт, приливно-отливных баровых протоков и песчаных баров, свидетельствующих о дельтовых обстановках. Таймыльерская свита соответствуют литоральной части карбонатного шельфа. Отложения скв. Дьяпальская-1 также подтверждают предположение, что рифейские породы формировались в широких условиях мелководного карбонатного бассейна [3].

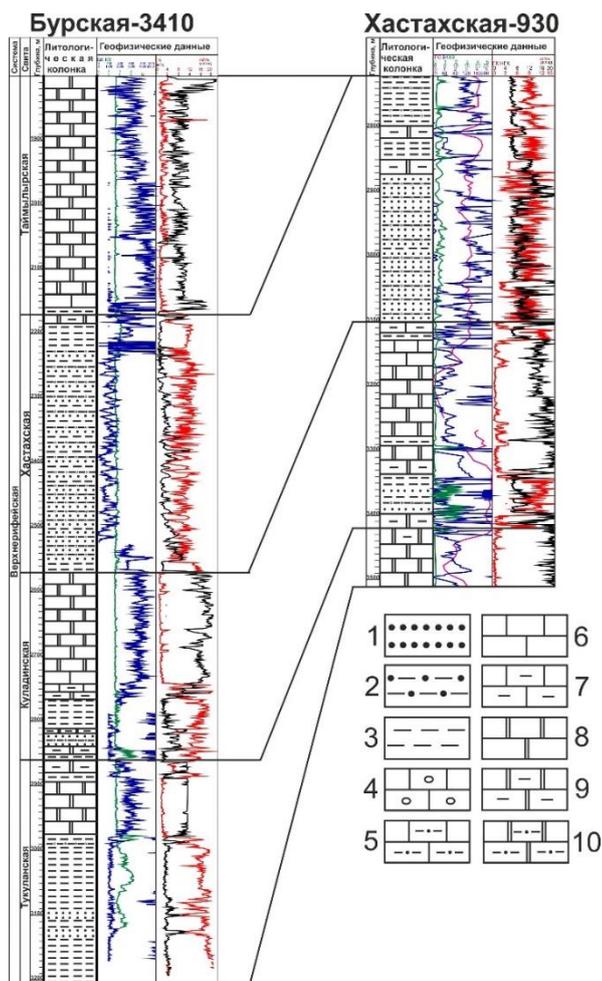


Рис. 2. Литолого-стратиграфическое расчленение рифейских отложений скв. Бурская-3410 и Хастахская-930: 1 – песчаник; 2 – алеврит; 3 – аргиллит; 4 – известняк онколито-нозолитовый; 5 – известняк алевритистый; 6 – известняк; 7 – известняк глинистый; 8 – доломит; 9 – доломит глинистый; 10 – доломит алевритистый.

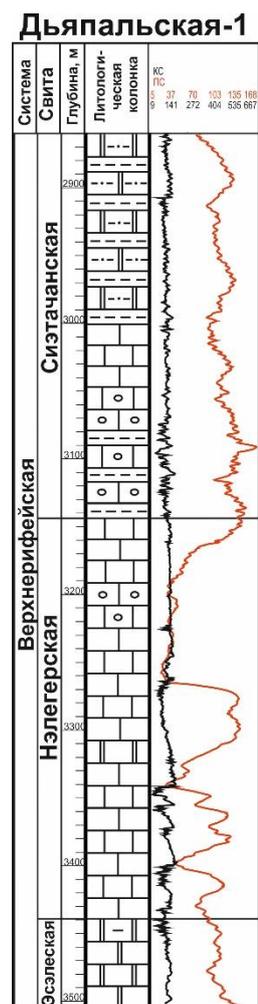


Рис. 3. Литолого-стратиграфическое расчленение рифейских отложений скв. Дьяпальская-1.

#### Литература

1. Конторович В.А. Структурно-тектоническая характеристика и модель геологического строения неопротерозойско-фанерозойских отложений Анабаро-Ленской зоны / В.А. Конторович, А.Э. Конторович, И.А. Губин, А.М. Зотеев, В.В. Лапковский, Н.А. Малышев, М.В.Соловьев, Г.С. Фрадкин // Геология и геофизика. – 2013. – Т. 54. – № 8. – С. 1253–1274.
2. Мельников Н.В. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Рифей и венд Сибирской платформы и ее складчатого обрамления / Н.В. Мельников, М.С. Якшин, Б.Б. Шишкин и др. - Новосибирск: Академическое издательство "Гео", 2005. - 428 с.
3. Тумашов И.В., Шаваров Р.Д. Литология рифейских отложений южной части Анабаро-Ленской зоны Лено-Анабарской НГО // Трофимукские чтения – 2017: Материалы Всероссийской молодежной научной конференции с участием иностранных ученых / Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука. – Новосибирск. 2017. 360 с.

**ПОИСК НОВЫХ ОБЪЕКТОВ ПОД ВПХГ ДЛЯ НУЖД МЕСТОРОЖДЕНИЙ ИРКУТСКОЙ  
ОБЛАСТИ**

**И.И. Шаталов**

Научный руководитель главный инженер Н.М. Дадакин  
**ООО «РН-КрасноярскНИПИнефть», г. Красноярск, Россия**

Иркутская область представляет крупный перспективный регион для формирования новых центров нефтяной и газовой промышленности. С момента получения первой нефти в 1962 году в Иркутской области были выполнены значительные объемы геологоразведочных работ (ГРП). Результатом (ГРП) стало открытие 38 месторождений углеводородов с извлекаемыми запасами нефти более 950 млн. т. Следует отметить, что 75 % месторождений на сегодняшний день находятся на стадии разведки, что в дальнейшей перспективе влечет увеличение ресурсной базы и их ввод в дальнейшую разработку.

В пределах западной части Непского свода на сегодняшний момент существует несколько проектных документов касательно ввода ряда наиболее перспективных месторождений в промышленную эксплуатацию. В связи с этим возник ряд проблем, решение которых определит будущее не только данных месторождений, но и других месторождений региона.

Одной из актуальных задач развития Восточносибирского региона нефтегазодобычи является решение проблемы рационального использования попутного нефтяного газа (ПНГ), ввиду слаборазвитой сети газопроводов и удаленности ряда месторождений от основных центров нефтегазодобычи. Согласно исходным данным по разработке, предусматривается добыча попутного нефтяного газа (ПНГ), которого на ранних этапах разработки добывается больше, чем возможно утилизировать и сжечь (Постановление правительства РФ от 13 сентября 2016 г. №913 «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах»), а на поздних этапах добытого ПНГ не хватает для обеспечения собственных нужд месторождений [1].

Основным вариантом на данный момент остается создание временных хранилищ газа (ВПХГ) – газовые объекты в пределах открытых газовых месторождений региона. Тем не менее удаленность ряда газовых месторождения от объекта добычи и промысловые характеристики, как объекта ВПХГ, многих месторождений не в полной мере могут удовлетворить условия, которые требуются для создания в них хранилищ. Именно поэтому целью данной работы является поиск новых залежей потенциально пригодных для ВПХГ на примере западного склона Непского свода Непско-Ботуобинской антеклизы (НБА).

Анализируя известные резервуары НБА и прилегающих структур, можно сделать вывод о наличии нескольких потенциально перспективных объектов для создания ВПХГ. К ним относятся отложения атовского (пласт А4) и христофоровского (пласт А6) горизонтов межсолевой части разреза нижнего кембрия [2], которые могут быть рассмотрены как потенциальные ВПХГ, что обусловлено следующими условиями: глубина залегания 650-900 м; наличие мощной соленосной крышки (эвапориты булайской свиты); на данный момент в пределах Непско-Ботуобинской НГО и сопредельных областей атовский и христофоровский горизонты не разрабатываются и не планируются к разработке в ближайшее время; мощность атовского горизонта составляет 33-45 м, христофоровского 55-75 м (северо-западный склон НБА).

Атовский и христофоровский горизонты Непской зоны приурочены к бельской свите нижнего кембрия. Породы бельской свиты являются типичными межсолевыми отложениями нижнего кембрия. Карбонатные породы свиты залегают на соленосных отложениях усольской свиты и, в свою очередь, перекрываются эвапоритами булайской свиты. Атовский горизонт приурочен к кровле нижнебельской подсвиты и представлен доломитами и известняками. Христофоровский горизонт, приуроченный к низам бельской свиты, образован переслаиванием известняков, доломитов, глинистых доломитов и ангидрито-доломитов. В районе исследования мощность атовского горизонта составляет 35-45 м, христофоровского – 55-75 м, т.е. общая мощность может достигать 90-120 метров. Газоносность горизонтов была доказана в пределах Атовского НГКМ, Берямбинского ГМ и Моктаконской площади, а также центральных районов НБА.

Опробования и испытания межсолевых продуктивных пластов проведены менее чем в ста скважинах НБА НГО, т.е. менее чем в 20 % общего количества скважин. И лишь в единичных случаях проводилась интенсификация притока. Между тем, необходимость применения интенсификации при испытании подсолевого карбонатного комплекса, в полной мере относится и к межсолевым продуктивным пластам. Проведение соответствующего объема работ по их изучению позволит объективно оценить их потенциал. Исходя из полученных данных, в пределах Лено-Тунгусской НГП с наибольшей вероятностью следует ожидать газонасыщенный или водонасыщенный коллектор.

Поскольку с целью поиска потенциальных хранилищ газа на первых этапах бурение глубоких скважин экономически не целесообразно, для анализа емкостных характеристик атовского и христофоровского горизонтов были использованы уже пробуренные скважины на основе данных ГИС и ГДИС.

Для определения перспективных объектов для ВПХГ в отложениях нижнебельской свиты, была разработана система оценок, включающая в себя анализ результатов испытания скважин, лабораторных исследований керна, переинтерпретации данных ГИС и рейтинга перспективных объектов на основе анализа геолого-промысловых данных.

Лабораторные исследования керна проводились в скважинах Могдинской площади, где был произведен отбор керна в интервале атовского и христофоровского горизонтов в объеме 39,3 и 35, 39 и 55 м соответственно с последующим отбором образцов для исследования. На полученных образцах были выполнены работы по изучению: коллекторских свойств (Кпогаз-жид; Кп абс; Кпр), ТБУ анализ керна (Кп; Рп), плотности (гас гму гмин), электрических параметров (Рп гобр), капилляриметрии (Кво Рн(Кво)), минерального состава. На основе полученных зависимостей, а также переинтерпретации данных ГИС старого и нового фонда в объеме 69 скважин была получена информация о

насыщенности, проницаемости и общих эффективных толщинах атовского и христофоровского горизонтов. Для комплексного анализа емкостных характеристик пород были построены карты распределения общей эффективной мощности, пористости и линейной емкости для атовского и христофоровского горизонта.

Максимальные значения линейной емкости атовского и христофоровского горизонтов прослеживаются в центральной и северо-восточной частях исследуемой площади (рис.). Минимальные значения отмечаются в западной, юго-западной и южной частях площади [3]. Следует отметить, что полученные результаты о насыщенности выделенных коллекторов пришлось отбраковать, в виду большой неопределенности в минерализации модели пластовой воды и коэффициенте извилистости пород рассматриваемых отложений. Необходимы дальнейшие исследования для снятия существующих неопределенностей.

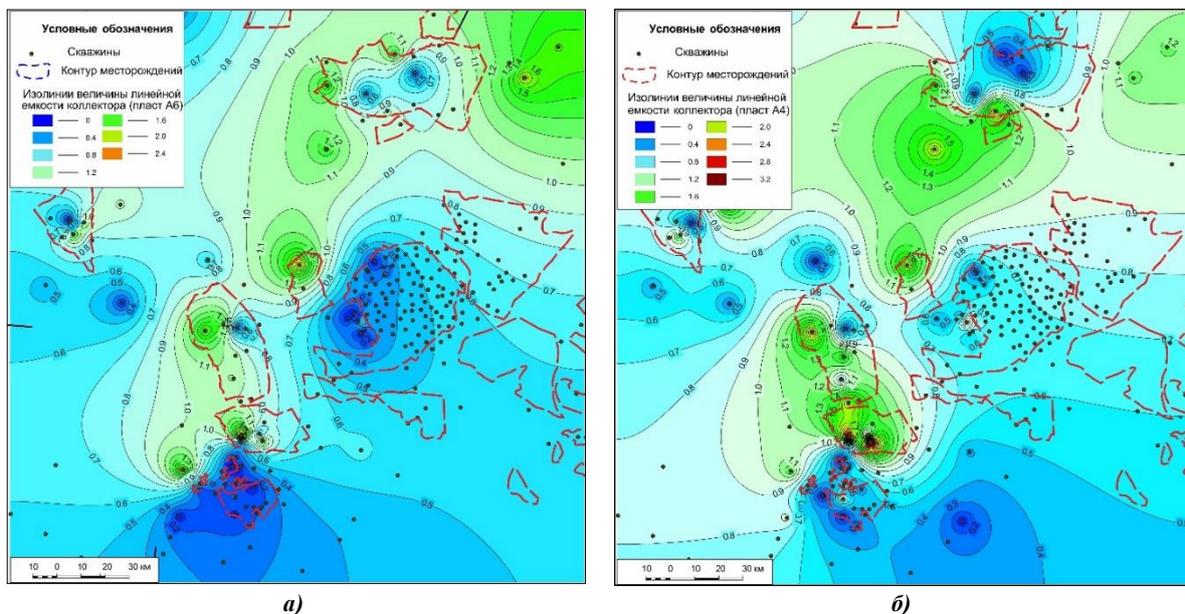


Рис. 1 Карты распределения линейной емкости коллектора в пределах северо-западного склона НБА: а) атовский горизонт; б) христофоровский горизонт

Комплексируя полученные результаты, можно сделать вывод, что в пределах уже открытых месторождений УВ в Иркутской области имеется ряд потенциальных объектов для закачки в них ПНГ. Предварительная оценка объемов данных объектов показала возможность закачки в них имеющегося объема ПНГ соседних месторождений.

В целях уменьшения затрат на изучение данных объектов предполагается проведение переиспытания в скважинах старого фонда путем применения современных подходов к гидродинамическим исследованиям карбонатных коллекторов, которые предполагают проведение соляно-кислотной обработки, перенос точки депрессии в интервал исследования, применение современных приборов УЭГИС для увеличения депрессии на пласт. Также имеется необходимость проведения современных методов ГИС в скважинах старого фонда для более объективной оценки коллекторских свойств.

После подтверждения наличия коллекторских свойств и наличия замкнутого контура по латерали в пределах перспективных объектов необходимо провести комплекс мероприятий по пробной закачке/отбору ПНГ в данные пласты [4]. Получение положительного результата непременно послужит толчком к более рациональному использованию ПНГ в Восточносибирском регионе нефтегазодобычи.

#### Литература

1. Конторович А.Э., Коржубаев А.Г., Сафронов А.Ф. и др. О создании единой системы транспортировки углеводородов на востоке России // Нефть и Капитал, 2004. – № 6. – С. 33–39.
2. Мельников Н.В., Хоментовский В.В., Шемин Г.Г., Шенфиль В.Ю. Решения четвертого межведомственного регионального стратиграфического совещания по уточнению и дополнению стратиграфических схем венда и кембрия внутренних районов Сибирской платформы. – Новосибирск, 1989. – 64 с.
3. Каримов М.Ф. Эксплуатация подземных хранилищ газа. – М.: Недра, 1981. – 248 с.

## АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ГТМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФАЦИАЛЬНОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ ДЛЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БЕРЕЗНИКОВСКОГО ПАЛЕОПЛАТО

А.Л. Южаков

Научный руководитель доцент С.Н. Кривошеков

*Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь, Россия*

Месторождения, по которым был проведен анализ, находятся в южной части Березниковского палеоплато, условно обозначим их в группу с названием «альфа». На основании исходных данных по этим месторождениям можно проанализировать развитие бобривских отложений, выявить фациальные зоны, а также рассмотреть эффективность проведения различных видов геолого-технологических мероприятий (ГТМ) для этих зон.

В качестве исходной информации были учтены данные по сейсмофациальным схемам бобривских отложений месторождений группы «альфа». В бобривское время на территории установились условия аллювиально-дельтовой равнины. Речные потоки получают в это время максимальное развитие, движение их преимущественно с северо-запада на юго-восток. Седиментация песчаного материала происходила в обстановках русловых и пойменных фаций. По характеристикам сейсмофациальных кластеров, полученных при сейсмофациальном моделировании, были определены фациальные зоны. Русловые отложения слагают мощные песчаные тела средней толщиной 10-20 м. Пойменные отложения включают в себя комплекс пород от мелкозернистых песчаников до аргиллитов. Толщина отложений составляет 2-10 м.

Помимо данных о толщине пласта и литологии для разграничения фациальных зон поймы и русла на этих месторождениях использовались различия в следующих параметрах: расчлененность по скважинам (количество пропластков в скважине по пласту Бб), эффективная нефтенасыщенная толщина, начальные дебиты в скважинах, проницаемость, пористость. По этим показателям для различных фациальных зон был посчитан критерий согласия Пирсона или хи квадрат ( $\chi^2$ ). За основу подсчета были взяты выборки по 35 случайным скважинам из каждой фациальной зоны, содержащие значения вышеуказанных параметров. Для параметра расчлененности по скважинам показатель  $\chi^2$  оказался равен 80,75163, при критическом значении 3,841, что говорит о безусловном различии между показателями расчлененности в фациях русла и поймы. В качестве разграничения использовалось значение количества пропластков в скважине равно 6, выборка была поделена на две категории: меньше 6 пропластков и больше или равно 6. При подсчете критерия согласия Пирсона для показателя пористости в скважинах было использовано среднее, разграничивающее, значение, равное 13%. Показатель  $\chi^2$  равен 1,50427, что меньше, чем критическое значение, равное 3,841. Показатель пористости не является различным для фаций русла и поймы, поэтому не может быть использован как фактор выделения фациальной зоны.

По аналогии с этими двумя параметрами были посчитаны критерии согласия для проницаемости, эффективной нефтенасыщенной толщины и начальных дебитов. Для данных показателей критерии согласия оказались больше, чем критическое значение. Соответственно эти параметры действительно разнятся в различных фациальных зонах бобривских отложений месторождений Березниковского палеоплато, и их следует использовать при разграничении фациальных областей.

Таким образом были выделены фациальные зоны, также они были соотнесены с сейсмофациальными картами. Был проведен анализ эффективности проведенных мероприятий ГТМ для каждой фациальной зоны.

Для анализа были использованы данные по проведенным ГТМ на месторождениях группы «альфа» с 2010 по 2016 годы включительно [2]. В расчет брались только мероприятия, проведенные на добывающих скважинах, целью которых было повышение нефтеотдачи бобривских пластов.

Мероприятия было решено разделить на группы:

1 группа мероприятий – ГРП (гидравлический разрыв пласта),

2 группа – дострел и перестрел, 3 группа – БС [3].

Показатель эффективности проведения мероприятия был рассчитан как разница дебитов до и после проведения мероприятия.

Далее представлен анализ по фациям.

Для русловой фациальной зоны средний показатель разницы дебитов до и после проведения мероприятия для группы ГРП составил 14,4 т/сут (max – 34,3 т/сут, min – 0,7 т/сут). Для группы мероприятий дострел+перестрел – 9,2 т/сут (max – 49,7 т/сут, min – 0,6 т/сут). Для методов освоения бокового ствола – 10,5 т/сут (max – 16,6 т/сут, min – 2,4 т/сут) (рис. 1).

В пойменной фациальной зоне средний показатель разницы дебитов до и после проведения мероприятия для группы ГРП составил 11,5 т/сут, максимальное значение составило 42,7 т/сут (далее – max), а минимальное (далее – min) – 1,4 т/сут. Для группы мероприятий дострел+перестрел – 9,0 т/сут. Для методов освоения бокового ствола – 20,3 т/сут (max – 25,3 т/сут, min – 15,3 т/сут) (рис. 2).

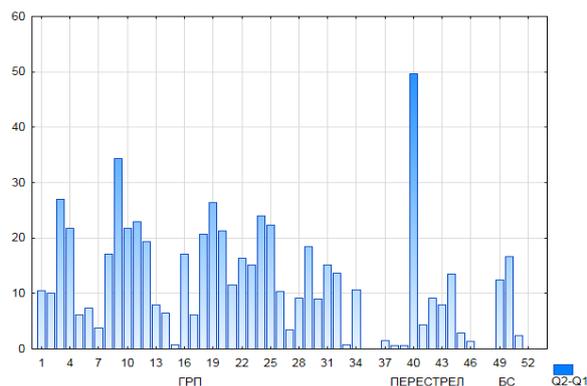


Рис. 1 График распределения разности дебитов от вида ГТМ. Русловая фациальная зона

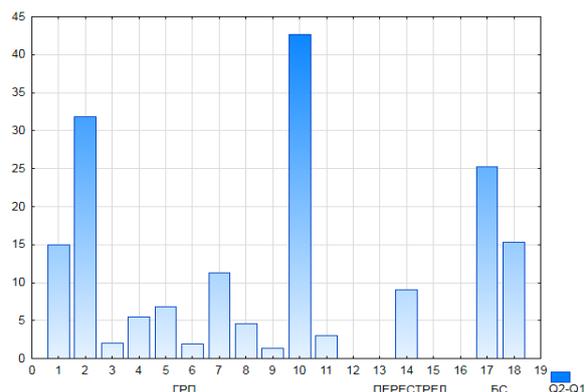


Рис. 2 График распределения разности дебитов от вида ГТМ. Пойменная фациальная зона

В заключении необходимо отметить, следующее.

Эффективность применения методов ПНП для различных фациальных зон разительно различна лишь в случае с проведением методов ГРП и освоения бокового ствола. Мероприятия группы ГРП дают больший дополнительный среднесуточный приток при проведении в скважинах условно находящихся в русловой фациальной зоне. Метод освоения бокового ствола наоборот, наиболее эффективен в пойменной фациальной зоне. Это может быть связано с пониженной эффективной нефтенасыщенной толщиной коллекторов пойменной фациальной зоны. Освоение бокового ствола позитивно влияет на среднесуточный показатель дополнительной добычи нефти. Показатели группы методов «дострел+перестрел» не имеют больших различий в данных, это говорит об отсутствии зависимости эффективности проведения данных методов от эффективной нефтенасыщенной толщины и литологии коллектора, чем разграничиваются фациальные зоны. Исходя из полученных данных, и, учитывая тот факт, что мероприятия группы ГРП значительно чаще других проводятся для повышения нефтеотдачи терригенных пластов, а именно бобриковских, складывается вывод о том, что методы ПНП наиболее эффективны для скважин русловой фациальной зоны, особенно для методов гидравлического разрыва пласта.

#### Литература

1. Русский В.И., Кривихин С.В., Алексеев В.П., Зеленская А.Ш. Геология нефти и газа. – Екатеринбург: Изд-во УГУ, 2010. – С. 31–60.
2. Южаков А.Л., Петрова К.А. Анализ эффективности применения методов повышения нефтеотдачи за 2016 год на месторождении «альфа» // Молодежный научный вестник, 2017. – № 2 (14). – С. 202–206.
3. Методы повышения нефтеотдачи пластов [Электронный ресурс]. – URL: <http://neftegaz.ru/science/view/744-Metody-povysheniya-nefteotdachi-plastov> (Дата обращения 10.09.2017).

## Секция 5

# ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

### ОСНОВНЫЕ ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПОРОД НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ АККУДУК

А.Б. Адамбаева

Научный руководитель тьютор А.К. Исагалиева

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, г. Алматы, Республика Казахстан

По административному делению изучаемая площадь относится к Жылыойскому району Атырауской области Республики Казахстан. Ближайшими населенными пунктами являются рабочие поселки Саркамыс, Каратон, Косчагыл, Кульсары. Структура Аккудук расположена в пределах прогнутой зоны между приподнятыми Сагиз-Приморской и Южно-Эмбинской областями юго-востока Прикаспийской впадины. На месторождении установлена промышленная нефтеносность отложений средней юры, в которой в результате проведения попластовой корреляции разрезов всех скважин с привлечением опробования и интерпретации материалов ГИС выделено 3 продуктивных горизонта Ю-II, Ю-III и Ю-IV, которые, в свою очередь, делятся на несколько пластов.

По результатам петрофизических исследований керн были построены следующие зависимости для отложений юры:

- зависимость параметра пористости от коэффициента пористости;
- зависимость коэффициента проницаемости от коэффициента пористости;
- зависимость коэффициента проницаемости от объемной глинистости;
- зависимость коэффициента пористости от объемной глинистости;
- зависимость коэффициента проницаемости от суммарного содержания глинистого и карбонатного цемента;
- зависимость коэффициента пористости от суммарного содержания глинистого и карбонатного цемента;
- диаграмма распределения гранулометрических фракций.

Зависимость параметра пористости от пористости описывается уравнением:  $R_p = K_p^{-1,8}$  (рис. 1).

Зависимость параметра насыщения от водонасыщенности описывается уравнением:  $R_n = K_v^{-1,734}$  (рис. 2).

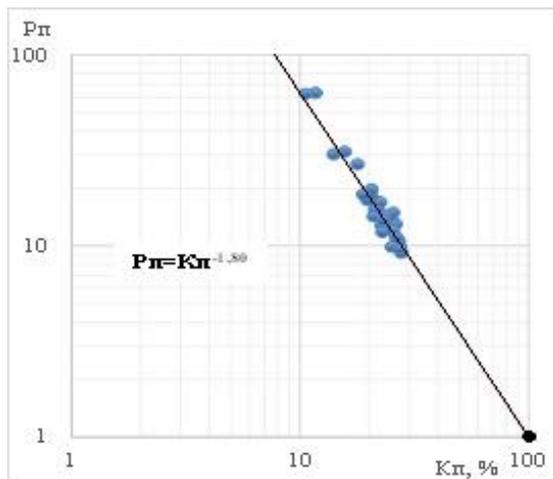


Рис. 1 Зависимость параметра пористости от коэффициента пористости

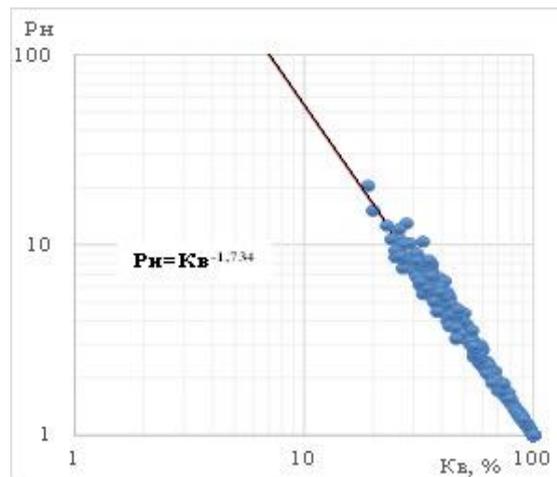


Рис. 2 Зависимость параметра насыщения от коэффициента водонасыщенности

Полученные значения  $m=1,8$  и  $n=1,734$  были использованы для количественной интерпретации ГИС.

Граничное значение проницаемости принято 1 мД по литературным данным для терригенных пород (классификация Теодоровича Г.И, а также 30 опытов, которые провел в лаборатории МИНХ и ГП учёный Гудок Н. Х. [1-3]).

Для определения граничного значения пористости построены интегральные кривые распределения по классам пористости для образцов с проницаемостью  $K_{пр} < 1$  мД и  $K_{пр} > 1$  мД, установлено граничное значение пористости равно 11,5% по графику (рис.3). Зависимость проницаемости от пористости описывается уравнением  $K_{пр} = 0,0073e^{0,3536K_{п}}$ , с величиной достоверности аппроксимации равной 0,649 (рис.4).

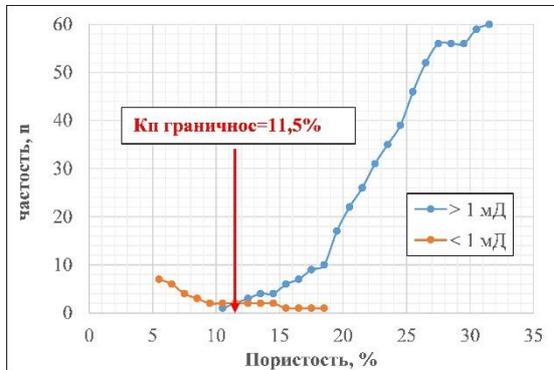


Рис. 3 Определение граничного значения пористости по данным керна

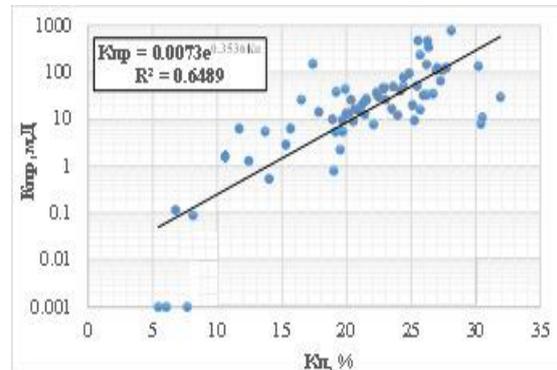


Рис. 4 Зависимость коэффициента проницаемости от коэффициента пористости

Проанализировано влияние глинистого цемента на пористость и проницаемость. Для этого были построены сопоставления пористости с объёмной глинистостью с учетом проницаемости. Влияние содержания глинистой составляющей на пористость и проницаемость показано на рисунках 5, 6 [4].

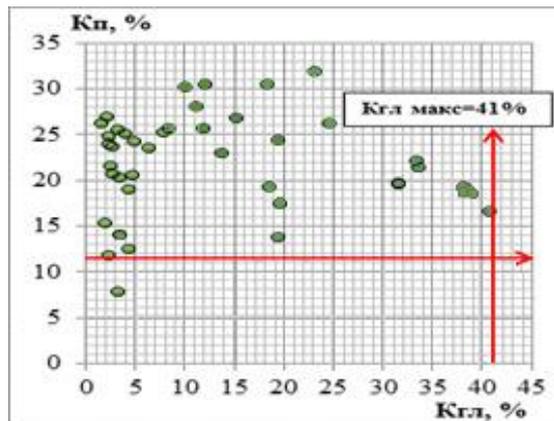


Рис. 5 Сопоставление коэффициента пористости и объемной глинистости

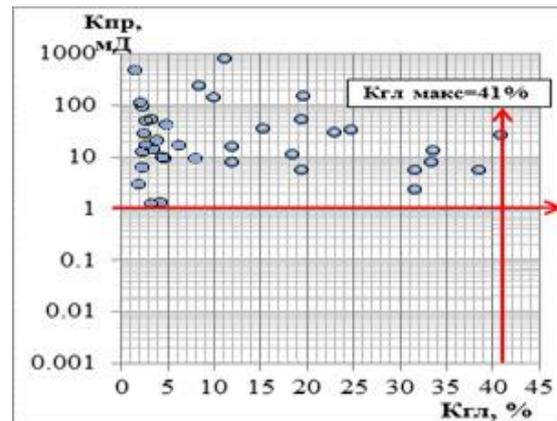


Рис. 6 Сопоставление коэффициента проницаемости и объемной глинистости

Связь между пористостью и объёмной глинистостью отсутствует, но существует зависимость между проницаемостью и объёмной глинистостью: с увеличением объёмной глинистости уменьшается значение проницаемости. Таким образом, определенное на данном этапе максимальное значение объёмной глинистости по юрским отложениям составляет 41%. Полученное значение объёмной глинистости использовалось при интерпретации ГИС. Также проанализировано влияние карбонатной составляющей на пористость и проницаемость. С увеличением карбонатности ухудшаются фильтрационно-ёмкостные свойства породы, и в коллекторах максимальное значение объёмной карбонатности, в основном, не превышает 18%, в единичном случае встречается 21% [4]. При сопоставлении коэффициентов пористости и проницаемости с суммарным содержанием глинисто-карбонатного цемента установлено, что с увеличением содержания глинисто-карбонатного цемента значения пористости и проницаемости уменьшаются. Диаграмма распределения фракций в юрских отложениях показывает, что породы являются разномерными, с преобладанием фракции от 0,01 до 0,1 мм (тонкозернистые) и от 0,1 до 0,25 мм (мелкозернистые).

Выводы. Изучены и описаны связи между основными петрофизическими параметрами. Установлено граничное значение пористости. При сопоставлении коэффициентов пористости и проницаемости с суммарным содержанием глинисто-карбонатного цемента установлено, что с увеличением содержания глинисто-карбонатного цемента значения пористости и проницаемости уменьшаются.

Литература

1. Определение физических свойств нефтеводосодержащих пород / Под ред. Гудок Н.С., Богданович Н.Н., Мартынов В.Г. – М.: Недра, 2007. – 592 с.

**СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

2. Джакиев К.Т. «Центр технологических исследований», «Казмунайгаз», 2005г. "Подсчет запасов нефти и растворенного в нефти газа месторождения Аккудук Атырауской области Республики Казахстан по состоянию на 01.01.2005г."
3. Латышова М.Г., Мартынов В.Г., Соколова Т.Ф. Практическое руководство по интерпретации данных ГИС. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2007. – 327 с.
4. Пересчет запасов месторождения Аккудук по состоянию на 02.01.2016г.

**ЛОКАЦИЯ ГАРМОНИЧЕСКИХ МИКРОСЕЙСМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ НА ОСНОВЕ  
ВЫДЕЛЕНИЯ ФАЗ СИГНАЛА**

**А.В. Азаров, А.В. Яблоков, А.С. Сердюков**

Научный руководитель заведующий лабораторией С.В. Сердюков  
**Институт горного дела СО РАН, г. Новосибирск, Россия**

Как правило, геодинамические процессы, протекающие в геологической среде, являются источниками сейсмического излучения, которое содержит информацию об этих процессах. Одним из способов изучения наблюдаемой сейсмичности является микросейсмический мониторинг. Важной задачей микросейсмического мониторинга является локация сейсмических источников.

Способы локации источников во многом зависят от соотношения сигнал/шум. Когда соотношение сигнал/шум достаточно велико, то можно пропикировать на сейсмограммах времена прихода волн от отдельных событий. В этом случае для локации сейсмических источников возможно использовать кинематические методы [8]. В случае, когда отношение сигнал/шум мало и не позволяет пропикировать времена прихода волн, используются, например, методы когерентного суммирования сигналов [4] или методы обратного продолжения поля [9].

Существуют другие методы локации источников, основанные на использовании фазовой информации сигнала. К таким методам можно отнести кросскорреляционный бимформинг [6], который широко используется в сонарах, радарах, радиоастрономии и других областях. Реализация бимформинга заключается в вычислении фаз на приемниках от различных точек пространства и кросскорреляционной матрицы, которая строится из записанных приемниками данных. На сегодняшний день в сейсмике кросскорреляционный бимформинг часто применяется для изучения поверхностных волн. Идея использования фазовой информации для локации микросейсмических источников также есть в работе [5].

Фаза сигнала содержит дополнительную информацию об источнике излучения, поэтому ее использование может повысить качество обработки микросейсмических данных, в том числе повысить точность локации. Помимо этого, данная идея полезна при локации гармонически действующих источников, когда не удастся выделить первые вступления, но удастся обнаружить установившиеся монохроматические сигналы. Данная ситуация возможна, например, при мониторинге разрывов горной породы с протекающей через них жидкостью [1,2]. Проблеме локации гармонически действующих источников на основе фазовой информации посвящена данная работа. Одна из главных особенностей представленного метода заключается в использовании адаптивных спектральных преобразований по времени и пространству для определения координат источника.

Метод. Рассмотрим гармонически действующий источник излучения в пространстве. Имеется линейная система наблюдения, расположенная на дневной поверхности. Требуется определить локацию источника на основе выделения фазы сигнала.

Реализация методики начинается с частотно-временного представления сигнала на каждом приемнике, с использованием известных спектральных преобразований. Для представления сигнала в частотно-временной области предлагается использовать преобразование Стоквелла ( $ST$ ) [7]:

$$S(t, f) = \int_{-\infty}^{+\infty} h(t) \frac{|f|}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\tau-t)^2 f^2}{2}} e^{-i2\pi f t} dt$$

где  $h(t)$  – сигнал,  $t$  – время,  $f$  – частота. Преимущество этого метода по сравнению с оконным преобразованием Фурье ( $SFFT$ ) заключается в том, что  $ST$  подбирает ширину окна автоматически в зависимости от частоты, тем самым обеспечивая оптимальное частотно-временное разрешение спектрограммы. Данным свойством также обладают вейфлет преобразования ( $CWT$ ), но при их использовании может теряться фазовая информация.  $ST$ , как и  $SFFT$ , сохраняет фазу сигнала, что является важным.

Далее на полученной спектрограмме осуществляется поиск частоты  $f$ , на которой действует гармонический источник. После этого в выбранный момент времени на найденной частоте на приемниках снимаются фазы сигналов, и производится спектральное преобразование по приемникам с выделенными на них фазами (спектральное преобразование по пространству). В данном случае удобным оказывается использование *synchrosqueezing transform*  $SST$  [3]:

$$s(t) = \sum_{j=1}^J A_j(t) \cos(\theta_j(t))$$

где  $A_j(t)$  – амплитуда сигнала,  $k_j = \frac{1}{2\pi} \frac{d}{dt} \theta_j(t)$  – частота  $j$ -ой компоненты разложения,  $J$  – число компонент разложения. Таким образом, преобразование подбирает частоту и фазу сигнала, выдавая более высокое разрешение на спектрограмме по сравнению с оконным преобразованием Фурье, а также позволяет не подбирать оптимальную длину окна.  $ST$  преобразование в этом случае не дает желаемого результата, так как при его использовании теряется разрешение по пространству на низких частотах, что не позволяет корректно выделить нулевую частоту. Далее по полученной пространственной спектрограмме ищется спектральный пик, соответствующий пространственной частоте, из которой находится кажущаяся скорость плоской волны и направление её прихода по формулам:  $V_{каж} = f / k$ ;  $\cos(\alpha) = V_{реал} / V_{каж}$ , где  $k$  – найденная по пику на спектрограмме пространственная частота,  $f$  – частота на которой действует источник,  $V_{каж}$  – кажущаяся скорость,  $V_{реал}$  – скорость волны в среде,  $\alpha$  – угол прихода волны. Направление прихода будет указывать на источник излучения. Алгоритм изложенного метода можно записать следующим образом:

1. Частотно-временное представление сигналов на всех приемниках;
2. Поиск частоты  $f_k$ , на которой действует источник;
3. Выбор момента времени  $t_j$  и определение фаз сигнала в данный момент на всех приемниках;
4. Частотно-пространственное представление фазовой информации на приемниках;
5. Поиск спектральных пиков на пространственной спектрограмме с целью определения пространственной частоты  $k$  и вычисление угла падения плоской волны.

Пример. Для реализации алгоритма рассмотрим гармонический источник в двумерном однородном пространстве. Для расчета синтетических сейсмограмм воспользуемся уравнением Гельмгольца, которое позволяет сразу получить решение в частотной области и пропустить шаг 1 и 2 представленного алгоритма. Решение этого уравнения для выбранной частоты  $k$  будет соответствовать гармоническому источнику, излучающему на частоте  $k$ . Далее выполним спектральное преобразование  $SST$  по приемникам с выделенными на них фазами. После этого определяются спектральные пики на каждом приемнике, т.е. пространственная частота волны, из которой восстанавливается угол прихода. На рисунке 1(а) и 1(б) изображены гармонические источники с частотами 10 и 50 герц соответственно. Направление построенных лучей совпадает с направлением прихода волны.

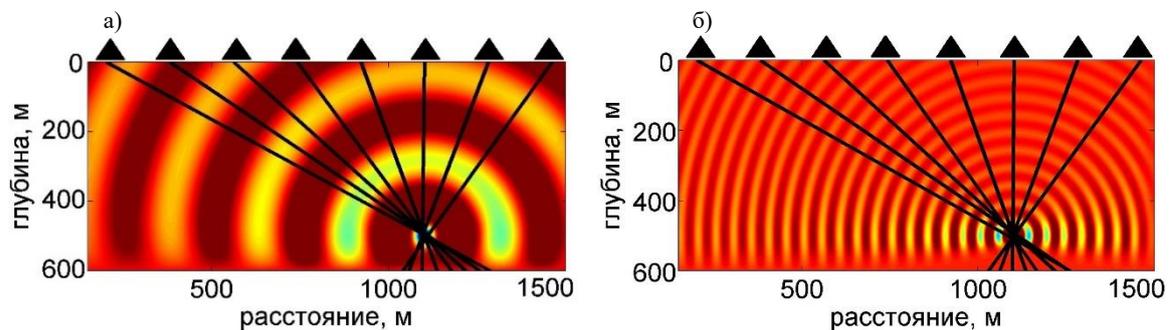


Рис.1 Восстановленные углы прихода падающей на приемники волны от гармонического источника (а) частота источника 10 Гц; (б) частота источника 50 Гц

Как видно из рисунков, точка пересечения лучей достаточно точно указывает на источник. Точность локации представленного алгоритма уменьшается, когда падающую на группу приемников волну нельзя считать плоской. Такие условия могут возникать в случае близкого расположения источника к приемникам при достаточно низкой частоте излучения. Представленная работа демонстрирует возможность использования фазовой информации для решения задач сейсмического мониторинга. Дополнительно к этому применение адаптивных спектральных преобразований позволяет автоматизировать поиск решения возникающих задач.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований РФФИ, проект № 16-35-00513 мол\_а.

#### Литература

1. Азаров А.В. Сейсмичность разрывов горной породы, наполненных жидкостью // *Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук.* – 2017. – Т.4. – № 1. – С.77–82.
2. Азаров А.В., Сердюков С.В., Чечурова Р.Д. Возбуждение сейсмических волн при движении жидкости в трещине массива горных пород // *Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук.* – 2017. – Т.4. – № 3. – С.5–10.
3. Daubechies I., Lu J., Wu H. T. Synchrosqueezed wavelet transforms: An empirical mode decomposition-like tool // *Applied and computational harmonic analysis.* – 2011. – Т. 30. – №. 2. – С. 243–261.
4. Hoguev E. A., Kolesnikov Y. I. Application of emission tomography for study of geodynamically active zones // *Tekhnologii Seismorazvedki.* – 2011. – Т. 1. – С. 59–65.
5. Kushnir A. et al. Passive surface microseismic monitoring as a statistical problem: location of weak microseismic signals in the presence of strongly correlated noise // *Geophysical Prospecting.* – 2014. – Т. 62. – №. 4. – С. 819–833.

**СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

6. Ruigrok E., Gibbons S., Wapenaar K. Cross-correlation beamforming // Journal of Seismology. – Springer Netherlands, 2017. – С. 1–14.
7. Stockwell R., Mansinha L., Lowe R., Localization of the complex spectrum: the S transform // IEEE Transactions on Signal Processing 44. – 1996. – С. 998–1001.
8. Warpinski N. Microseismic Monitoring: Inside and Out // Journal of Petroleum Technology. – 2009. – Т.61. – № 11. – С. 80–85.
9. Zhu T. Time-reverse modelling of acoustic wave propagation in attenuating media // Geophysical Journal International. – 2014. – Т. 197. – №. 1. – С. 483–494.

**СПОСОБ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПИКIROВANIA ДИСПЕРСИОННЫХ КРИВЫХ ФАЗОВЫХ  
СКОРОСТЕЙ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН**

**А.В. Азаров, А.В. Яблоков, А.С. Сердюков**

Научный руководитель, заведующий лабораторией С.В. Сердюков  
**Институт горного дела СО РАН, г. Новосибирск, Россия**

Введение. Одним из методов изучения структуры приповерхностной части земли является мультисканальный анализ поверхностных волн (MASW) [6]. Данный метод основан на выделении дисперсионных кривых фазовых скоростей поверхностных волн Релея с последующим решением обратной задачи для построения горизонтально однородной слоистой модели скоростей поперечных волн [1-4]. Основное направление MASW – это задачи по определению структуры грунтов. Помимо этого, данный подход используется в разведочной сейсмике с целью вычисления статистических поправок для обработки объемных волн [5, 7].

Выделение фундаментальной моды волны Релея является одной из задач MASW. Так как волна Релея обладает большей энергией по сравнению с другими типами волн, выделение дисперсионной кривой обычно происходит путем пикирования максимума в  $f$ - $k$  спектре. Из-за ограниченной длины системы наблюдения, наличия других волн и шума в данных, различные спектральные пики на  $f$ - $k$  спектре могут сливаться, что приводит к неправильному определению дисперсионной кривой. По этой причине выделение фундаментальной моды волны Релея часто проводится ручным способом. В данной работе предлагается способ автоматического выделения дисперсионных кривых, основанный на адаптивных спектральных преобразованиях. Предлагаемый метод, как показывают результаты данной статьи, дает лучшие результаты по сравнению со стандартным методом пикирования максимума в  $f$ - $k$  спектре.

Метод выделения. Первый шаг данной методики заключается в представлении сигнала в частотно-временной области. Для этого предлагается использовать преобразование Стоквелла ( $ST$ ), которое является частным случаем вейвлет преобразования [8]:

$$S(t, f) = \int_{-\infty}^{+\infty} h(t) \frac{|f|}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\tau-t)^2 f^2}{2}} e^{-i2\pi f t} dt$$

где  $h(t)$  – сигнал,  $t$  – время,  $f$  – частота. Преимущество этого метода по сравнению с оконным преобразованием Фурье ( $SFFT$ ) заключается в том, что  $ST$  подбирает ширину временного окна автоматически в зависимости от частоты, тем самым обеспечивая оптимальное частотно-временное разрешение спектрограммы. Также в работе [8] показана связь  $ST$  преобразования с преобразованием Фурье, что делает его простым в реализации. Следующий шаг заключается в поиске спектральных пиков на каждой частоте на всех трассах, после чего выполняется дискретное преобразование Фурье для каждой частоты  $f$ :

$$X(f, k) = \sum_{n=0}^N M_n(f) e^{\frac{2\pi i}{N} n k}$$

где  $n$  – номера приемников,  $f$  – выбранная частота,  $k$  – волновое число,  $M_n(f)$  – максимум на трассе  $n$  на частоте  $f$ ,  $N$  – число отсчетов по пространству. В итоге получаем  $f$ - $k$  спектр сигнала. Пример  $f$ - $k$  спектра, полученного по такой схеме, изображен на рисунке 1(б). На заключительном этапе происходит определения максимумов на  $f$ - $k$  спектре с последующим объединением их в кривую и построением зависимости фазовой скорости поверхностной волны от частоты (примеры кривых изображены на рисунке 2).

Примеры. На рисунке 1(а) представлена сейсмограмма реальных данных. Данная запись была получена с помощью линейной системы наблюдения от источника, представляющего собой удар кувалды по земле. На рисунке 1(б)  $f$ - $k$  спектр, построенный с использованием вышеприведенной методики, где визуально выделяется фундаментальная мода волны Релея в диапазоне от 10 до 40 герц.

На рисунке 2 представлены результаты выделения дисперсионных кривых на реальных данных двумя различными способами: синяя линия – пикирование максимума на  $f$ - $k$  спектре, проведенное стандартным способом; красная линия – выделение кривой на основе предложенного алгоритма. На рисунке 2(а) показан результат восстановления кривой от источника (кувалды), который генерирует высокоэнергетические волны Релея. Помимо этого, для построения скоростных разрезов поверхности можно использовать источники волн с горизонтальной поляризацией (волны Лява). На рисунке 2(б) продемонстрирована работа алгоритма на данных, полученных при исследовании оползня на Алтае, где использовался источник, генерирующий волны Лява. На

данном рисунке заметно снижение фазовой скорости поверхностной волны на частотах ниже 20 герц, что может быть связано с особенностями скоростного строения среды.

Во многих случаях использование представленного подхода дает более гладкие дисперсионные кривые. Особенно этот эффект заметен на низких частотах, что может позволить точнее восстанавливать горизонтально-слоистую модель на большей глубине. При достижении некоторой частоты поведение двух кривых различается незначительно. В целом, как показывает данная работа, метод является работоспособным, и поэтому может использоваться для решения прикладных задач.

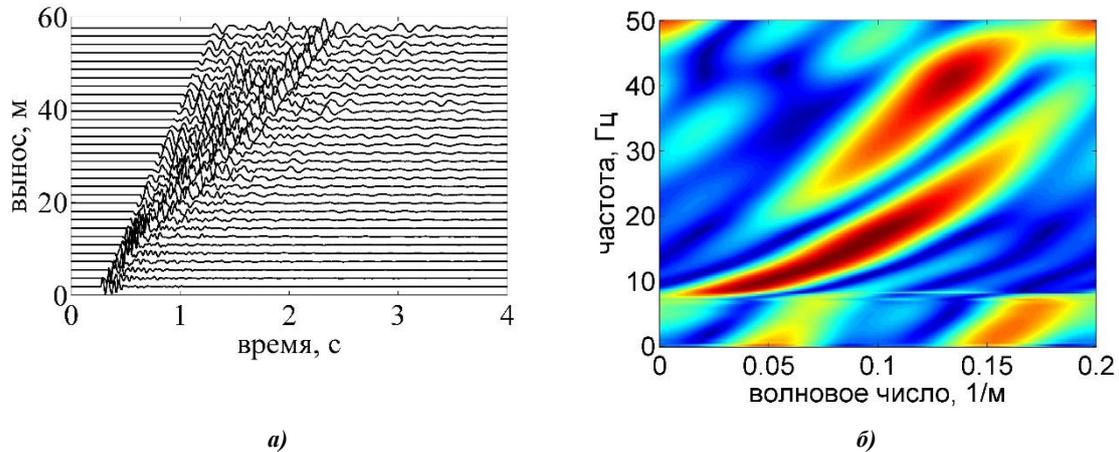


Рис.1 (а) сейсмограмма реальных данных от источника волн Релея; (б)  $f$ - $k$  спектр полученный на основе предлагаемого в работе алгоритма

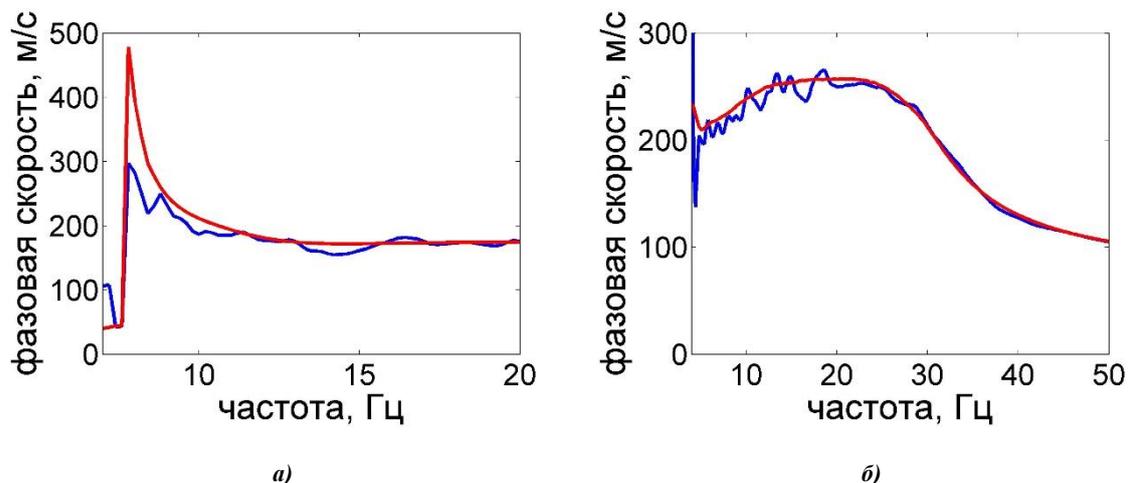


Рис.2 Дисперсионные кривые фазовых скоростей, построенные различными методами: синий – на основе стандартного  $f$ - $k$  спектра, красный – новый метод; (а) первый набор данных, (б) второй набор данных

#### Литература

1. Курленя М.В., Сердюков А.С., Чернышов Г.С., Яблоков А.В., Дергач П.А., Дучков А.А. Методика и результаты исследования физико-механических свойств связанных грунтов сейсмическим методом // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2016. – № 3. – С. 3–10.
2. Сердюков А.С., Яблоков А.В. Многоканальный анализ поверхностных волн с фокусированием пространственно-временных спектров // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. XIII Междунар. науч. конгр. Междунар. науч. конф. "Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Экономика. Геоэкология": Сборник материалов в 4 т. – 2017. – Т. 4. – С. 53–57.
3. Сердюков А.С., Яблоков А.В., Дергач П.А. Исследование и эффективная реализация метода многоканального анализа поверхностных волн // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XX Международного симпозиума им. акад. М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвящ. 120-летию со дня основания Томского политехнического университета. – 2016. – Т. I. – С. 495–497.
4. Foti S. et al. Surface wave methods for near-surface site characterization. – CRC Press, 2014.
5. Mari J. L. Estimation of static corrections for shear-wave profiling using the dispersion properties of Love waves // Geophysics. – 1984. – Т. 49. – № 8. – С. 1169–1179.
6. Park C. B., Miller R. D., Xia J. Multichannel analysis of surface waves // Geophysics. – 1999. – Т. 64. – № 3. – С. 800–808.

7. Roohollah A. et al. Surface Wave Analysis and its Application to the Calculation of Converted Wave Static Corrections: дис. – University of Calgary, 2013.
8. Stockwell R., Mansinha L., Lowe R., Localization of the complex spectrum: the S transform // IEEE Transactions on Signal Processing 44. –1996. – С. 998–1001.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТРЕЩИНОВАТОЙ ПОРОДЫ С АКУСТИЧЕСКОЙ ВОЛНОЙ

А.О. Алеева

Научный руководитель профессор, д.ф.-м.н. М.М. Немирович-Данченко  
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

При интерпретации данных акустического каротажа и сейсморазведки в последнее время всё чаще используют усложнённые модели среды. Одной из таких моделей наряду с другими является модель трещиноватого коллектора. При этом развиваются как специальные методы обработки временных рядов, так и методы решения прямых задач сейсморазведки для горных пород с трещинами. Одним из методов решения прямых задач сейсмики является конечно-разностное моделирование [2]. Современные вычислительные мощности позволяют строить модели и проводить расчеты для множественной трещиноватости. Но одиночные трещины, как элементарный источник дифракционного поля, также часто являются объектом как в лабораторном моделировании, так и в численном эксперименте. [1, 3, 4]. Ранее, в работе [1] нами было рассмотрено возможное влияние головных волн, возникающих на берегах трещины в падающей волне, на дифракционную картину. Ниже будет изучено волновое поле, возникающее при падении плоской поперечной волны на одиночную трещину.

Анализ поведения одиночной трещины под действием сдвигающих сил показывает следующее. И напряженное состояние, и собственно, трещина разворачиваются в соответствии с приложенной нагрузкой (в данном случае – падающей волной). Поэтому, на основании численного эксперимента, можно утверждать, что используемое в сейсмике сдвиговая модель порождает и отрывную компоненту деформаций.

Если при нагружении такого типа не фиксировать скорость границ в направлении осей, то модельная область начинает разворачиваться, что также приводит к плавному переходу от чистого сдвига к сдвигу с отрывом. Было рассчитано векторное поле скоростей после такого деформирования, причем для довольно большой расчетной области (2000x1000 ячеек). Результат для всей области в данном тексте не приводится, а на рис. 1 дана увеличенная картина вблизи трещины. Хорошо видно, что первоначально однородное тело из-за наличия трещины стало существенно неоднородным в смысле поля скоростей смещений. Попытка аккомодации к нагрузке приводит в таком теле к образованию вихрей поля скоростей (отмечены на рис. 1 литерой V (vortex), полосовым, гиперболическим и прочим деформационным структурам, а сама трещина начинает раскрываться.

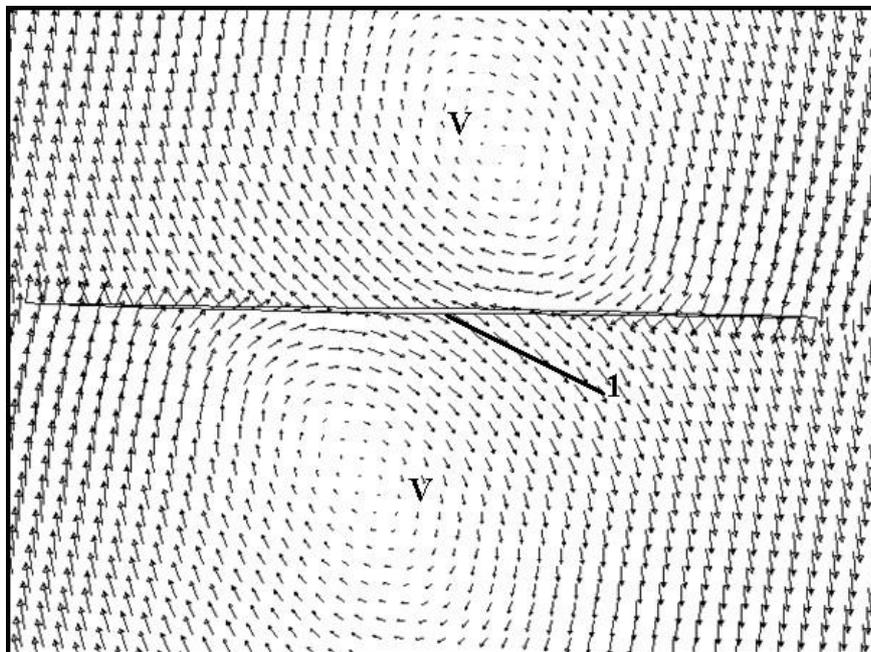


Рис. 1 Поле скоростей вблизи трещины. Отчетливо видны два вихря (V), расположенные антисимметрично линии трещины (1)

### Литература

9. Алеева А. О. Возникновение головных волн на берегах трещин как один из механизмов поглощения сейсмических волн // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXI Международного симпозиума имени

- академика МА Усова студентов и молодых ученых, посвященного 130-летию со дня рождения профессора М.И. Кучина, Томск, 3-7 апреля 2017 г. – Томск, 2017. – Т. 1. – С. 341.
10. Немирович-Данченко М.М. Численное моделирование трехмерных динамических задач сейсмологии // Физ. мезомеханика. – 2002 г. – Т.5. – №5. – С. 99–106.
  11. Pyrak-Nolte L.J. Elastic interface waves along a fracture / L.J. Pyrak-Nolte, S. Roy, B.L. Mullenbach // J. Appl. Geophys. — 1996. — V. 35. — P. 79–87.
  12. Shao S. Interface waves along fractures in anisotropic media / S. Shao, L.J. Pyrak-Nolte // Geophysics. — 2013. — V. 78. — №4. — P. 99–112.

## ОПЫТ КОМПЬЮТЕРНОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ МАТЕРИАЛОВ ПОИСКОВЫХ РАБОТ МЕТОДОМ БДК

**О.И. Андросенко, В.И. Иголкин, К.А. Пантелеев**  
 Научный руководитель доцент Н.В. Молокова  
*Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия*

Работа посвящена вопросу интерпретации полевых материалов метода БДК на переменном токе, полученных с аппаратурой ЭММ [2] при поисковых работах на золото с заданной глубиной исследования 300 м. Рассмотрена методика выделения информации от глубокозалегающих объектов. Рассматриваются программные модули, позволяющие построить огибающие профилей, и размещение результатов наземных наблюдений на глубину.

Постановка задачи. Обычно по материалам метода БДК решаются вопросы геологического картирования на глубину в несколько десятков метров, при котором определяется положение субвертикальных границ раздела областей отличающегося сопротивления, а по ним выделяются массивы высокоомных и низкоомных пород или прослеживаются линейные проводники (сульфидные жилы, разломы) или изоляторы (кварцевые жилы, дайки). В данном случае задача поиска рудных объектов в малоизученном районе решалась, исходя из заданной глубины исследования 300 метров. В соответствии с теоретическими положениями [1, с.302], значения эффективного сопротивления  $\rho_{эф}$ , вычисленные по измеренным значениям горизонтальной и вертикальной составляющих магнитного поля кабеля в соответствующих точках наблюдения, распространяются на области наибольшего вклада магнитного поля токов, находящиеся (по принципу взаимности) в средней части пространства между источником поля (кабелем с электродами А и В) и точкой наблюдения (рамкой).

Технология обработки и интерпретации полевых материалов. Исходным материалом для обработки и интерпретации являются полевые данные по эффективному сопротивлению в виде таблицы Excel и графиков  $\rho_{эф}$  на двухсторонних профилях длиной 1 километр, ортогональных относительно кабеля длиной 3 километра. Обработка материалов выполнена в соответствии с [3]. Вначале строится график  $\rho_{эф}$ , по которому производится построение огибающих методом линейной интерполяции с последующей обработкой методом скользящего окна, что позволяет сделать огибающие плавными, соответствующими большой глубине залегания аномальных объектов. Для этого берём значения по  $\rho_{эф}$  пяти точек графика функции, находим среднее арифметическое этих значений и относим его к значению  $\rho_{эф}$  средней точки среди этих пяти. Процедура повторяется со смещением на следующий пикет, пока не будет достигнуты последние пять точек графика функции. По окончании обработки имеем график огибающей, укороченный по краям на два пикета с каждой стороны. На рис. 1 изображены огибающие, обработанные методом скользящего окна.

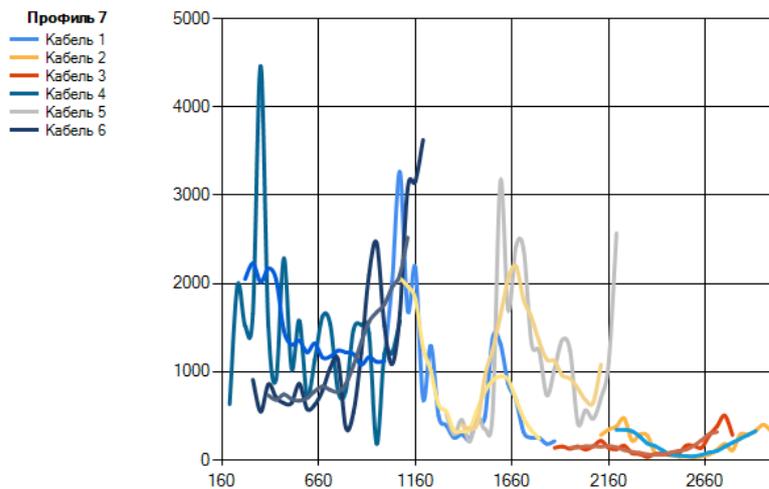


Рис. 1 Огибающие, обработанные методом скользящего окна

Для конкретизации пространственной привязки значения  $\rho_{эф}$  этой области в каждом случае находится точка, погруженная на глубину, соответствующую удалённости точки наблюдения (у) от кабеля. Глубина погружения точки привязки зависит от геоэлектрического разреза и в общем случае качественной интерпретации

## СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

на поисковой стадии работ принимается равной  $u/3$ . Задачей компьютерной обработки материалов является построение разреза изоом до глубины 300 м.

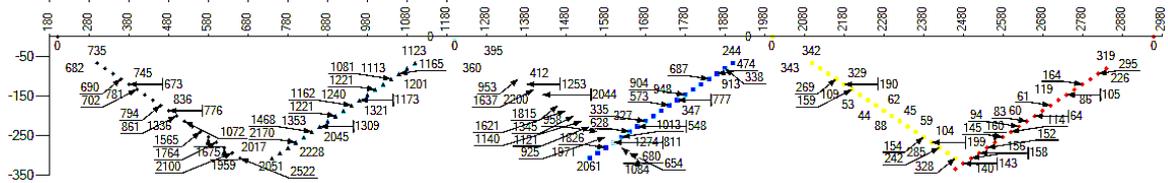


Рис. 2 Размещение значений  $\rho_{эф}$  в разрезе

В результате обработки значения эффективного сопротивления, полученные по измерениям электромагнитного поля кабеля на поверхности, размещены по глубине от 30 до 300 метров, и по ним с помощью программы Surfger строится разрез изолиний (рис. 3), дающий ориентировочное представление о геоэлектрическом разрезе [3].

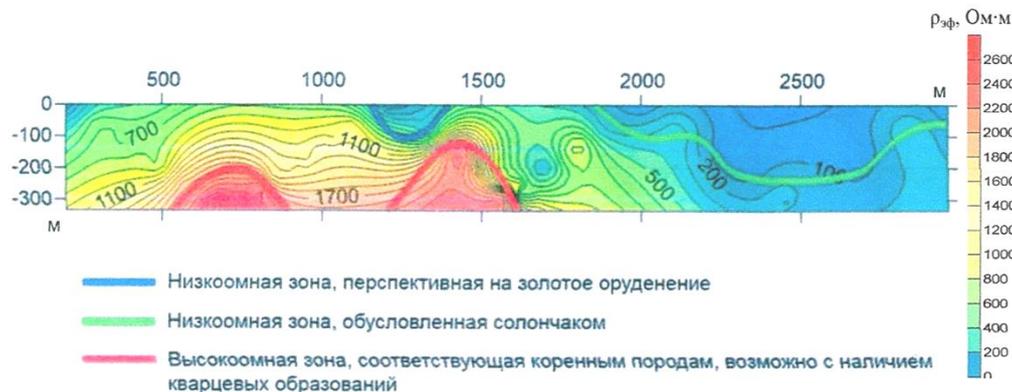


Рис. 3 Разрез эффективного сопротивления по профилю 7 Баробинского участка

На этом псевдоразрезе с учётом имеющихся геологических данных, полученных на поверхности (синие глины, обломки кварца), выделены низко- и высокоомные зоны с прогнозом их вещественного содержания, что представляет собой предварительную информацию для последующего целенаправленного ведения геологоразведочных работ и, в целом, значительно сокращает их объёмы и стоимость. Компьютерная обработка значительно сокращает время на получение разреза изоом  $\rho_{эф}$ , в котором можно выделить низкоомную зону, ориентированную на сульфидное золотосодержащее оруденение или солончак, и высокоомную зону, ориентированную на коренные горные породы с кварцевыми образованиями.

На пикете 1440 по минимальному значению  $\rho_{эф}$  была пробурена скважина, данные которой свидетельствуют о наличии золотосодержащего оруденения.

### Литература

1. Бурсиан В. Р. Теория электромагнитных полей, применяемых в электроразведке: Учебное пособие. Изд. 2-е, испр. и доп. – Л.: «Недра». – 368 с.
2. Методы и аппаратура электроразведки на переменном токе: научное издание / В. И. Иголкин, Г. Я. Шайдуров, О. А. Тронин, М. Ф. Хохлов. – Красноярск: СФУ, 2016. – 272 с.
3. Пантелеев К. А., Андросенко О. И., Молокова Н. В. Автоматизация процесса обработки геофизических данных, полученных методом бесконечно длинного кабеля // Материалы IV Международной конференции «Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли». – Красноярск: СФУ, 2017. – С. 74–77.

## ИЗУЧЕНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ БОРТА РАЗРЕЗА МЕТОДОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗОНДИРОВАНИЙ

Е.Г. Антропова

Научный руководитель доцент Н.А. Смирнов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

При разработке полезных ископаемых открытым способом одной из основных задач является определение таких углов откосов борта, при которых будет обеспечена их длительная устойчивость при минимальных объемах вскрышных работ [3]. При заниженных углах откосов увеличиваются объемы вскрышных работ, при этом большие углы откосов могут приводить к нарушениям устойчивости в виде оползней. Нарушения устойчивости на карьерах могут нанести серьезный ущерб технике и представляют опасность для жизни людей. Кроме того, оползни могут нарушить технологический режим работы предприятия.

Для определения оптимальных параметров откосов требуется детальное изучение инженерно-геологических условий проектируемого борта. При этом к основным инженерно-геологическим условиям относятся особенности геологического строения прибортового массива и физико-механические свойства горных пород. Изучение инженерно-геологических условий обычно выполняется на основе бурения скважин с последующим лабораторным исследованием образцов керна, однако традиционные методы изысканий не всегда позволяют полностью изучить требуемый участок массива. В связи с этим целесообразно совмещать бурение скважин с бесскважинными геофизическими методами, позволяющими определять оптимальные места для бурения скважин в сложных геологических условиях, устанавливать закономерности геологической обстановки, вести мониторинг состояния оползневого массива и др. [2].

На угольном разрезе «Бачатский» возникла необходимость изучения верхней части борта, связанная с запланированным расширением контура разреза. По административному положению поле разреза «Бачатский» находится на территории Беловского и Гурьевского районов Кемеровской области. Длина поля разреза по простиранию – 10,2 км, максимальная ширина вкрест простиранию – 2,2 км. Максимальная глубина разреза составляет около 300 м.

Исследуемый участок расположен в верхней части восточного борта разреза «Бачатский». Рассматриваемый участок характеризуется наличием слоя песчано-глинистых отложений мощностью до 40 м и близким расположением внешнего отвала высотой свыше 100 м. По литолого-стратиграфическим признакам отложения на опытном участке расчленены на кайнозойские песчано-глинистые отложения, кору выветривания мел-палеогенового возраста и коренные породы палеозойского возраста. Кайнозойские отложения представлены преимущественно суглинками словской, краснобродской, бачатской, кедровской свит (четвертичный период), а также глинами сергеевской и сагарлыкской свит (неоген-четвертичный и неогеновый периоды). Кедровская, бачатская и словская свиты представлены суглинками серыми, желто-коричневыми, светло-коричневыми, палео-серыми, иловатыми, часто запесоченными, с подошве более плотными, с прослоями гравия и песчано-гравийного материала и щебнем твердых пород. Породы сергеевской и сагарлыкской свит представлены преимущественно глинами светло- и темно-коричневыми, коричневыми, плотными, пластичными. Кора выветривания представлена глинисто-щебенистой массой, на рассматриваемом участке ее мощность может достигать 15 м. Коренные породы представлены преимущественно песчаниками, алевролитами, известняками.

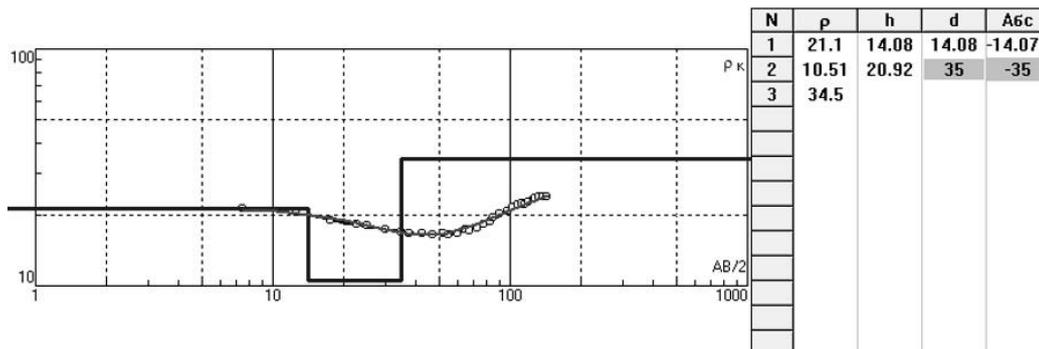
Для определения углов устойчивых откосов в пределах исследуемого участка необходимо детальное изучение слоя песчано-глинистых отложений, который в рассматриваемом случае является также основанием внешнего отвала, расположенного вблизи верхней бровки борта. Для определения мощности песчано-глинистых отложений, а также установления местоположения наиболее водонасыщенных участков массива использован метод электрических зондирований в модификации электротомографии [1, 4]. Этот метод позволяет определять распределение удельного электрического сопротивления (УЭС) в массиве горных пород. Возможность применения метода электротомографии для решения поставленной задачи обусловлена тем, что УЭС коренных пород отличается от УЭС песчано-глинистых отложений, благодаря чему на геоэлектрическом разрезе возможно выделить границу между слоями. При этом УЭС большинства горных пород определяется, в основном, пористостью, водонасыщенностью и глинистостью, вследствие чего увеличение влажности и глинистости горных пород приводит к уменьшению их электросопротивления [2].

Измерения выполнены по линейному профилю длиной 630 м вдоль верхней бровки борта. Указанный геофизический профиль был расположен между отвалом и верхней бровкой борта. В непосредственной близости от геофизического профиля был расположен заболоченный участок в виде скопления поверхностной воды у основания отвала.

Результатом измерений методом электротомографии является матрица значений кажущихся электрических сопротивлений, зависящих от параметров геоэлектрического разреза и схем измерений. Интерпретация данных электротомографии (инверсия) производится в рамках двумерных моделей в специальных программах [1]. В большинстве программ для интерпретации двумерная модель состоит из ряда прямоугольных блоков. Количественная интерпретация в этом случае представляет собой подбор таких значений УЭС прямоугольников, чтобы вычисленные значения кажущегося сопротивления наилучшим образом совпали с измеренными. Результатом геофизической интерпретации является геоэлектрический разрез, характеризующий распределение УЭС в массиве горных пород. При рассмотрении результатов двумерной инверсии необходимо учитывать возможное влияние эквивалентности на итоговый геоэлектрический разрез. Для получения геоэлектрических разрезов, обладающих наибольшей геологической значимостью, при интерпретации необходимо учитывать всю заранее известную (априорную) информацию об изучаемом разрезе. При этом априорную информацию целесообразно вводить при одномерной интерпретации в рамках горизонтально-слоистых моделей геоэлектрического разреза. В этом случае возможно учесть данные бурения и оценить неоднозначность определения глубин [2].

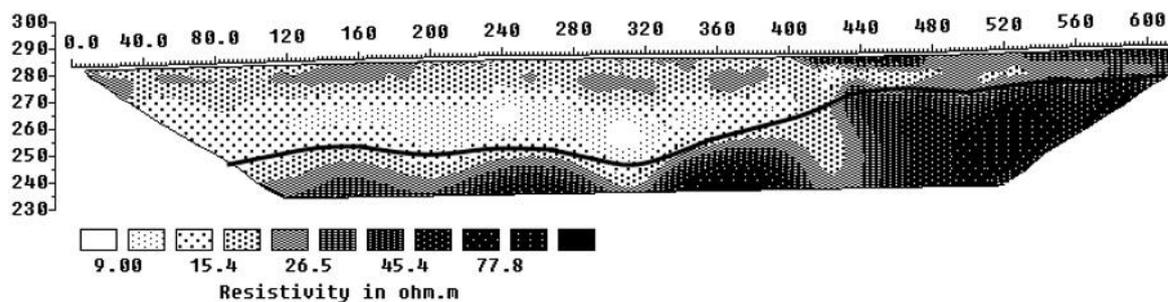
Рассмотрим результаты интерпретации измерений в районе скважины, расположенной вблизи геофизического профиля, на расстоянии 110 м от его начала. По данным бурения, мощность слоя песчано-глинистых отложений составила  $\approx 35$  м. Эти данные были введены в программу для интерпретации результатов электрических зондирований в рамках горизонтально-слоистых моделей. Результаты интерпретации в виде совмещенных кривых зондирования и параметров геоэлектрического разреза приведены на рис. 1.

**СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**



**Рис. 1 Интерпретация результатов электрических зондирований в районе скважины**

В результате интерпретации установлено, что для данного геоэлектрического разреза характерно наличие трех слоев, при этом УЭС второго слоя меньше, чем УЭС первого и третьего слоев. Следует также отметить, низкое значение УЭС слоя коренных пород, что может быть связано с высокой выветрелостью и влажностью кровли коренных пород. Эти данные были использованы для анализа геоэлектрического разреза, полученного при интерпретации в рамках двумерной модели (рис. 2).



**Рис. 2 Геоэлектрический разрез с указанием границы между песчано-глинистыми и коренными породами**

В результате анализа полученного геоэлектрического разреза установлено, что на расстоянии 0-400 м от начала геофизического профиля на разрезе выделяется толща песчано-глинистых пород мощностью преимущественно 35-40 м. В пределах этой толщи, на глубине около 15 м выделяется слой с пониженным УЭС, что соответствует, вероятно, повышенной влажности и глинистости горных пород. Участки с наибольшей влажностью зафиксированы на расстоянии 240 и 310 м от начала профиля. В конце профиля, на расстоянии 430-600 м от его начала, мощность слоя песчано-глинистых пород составляет, в основном 15-18 м. Участки с пониженным УЭС в кровле коренных пород могут быть связаны с увеличением мощности коры выветривания.

Таким образом, в результате исследования верхней части борта разреза дан прогноз мощности песчано-глинистых отложений и выявлены наиболее водонасыщенные участки прибортового массива. Эти данные могут быть использованы при расчете устойчивости борта разреза, а также при определении оптимальных мест для бурения инженерно-геологических скважин с целью уточнения физико-механических свойств пород.

#### Литература

- Бобачев А.А., Горбунов А.А. Двумерная электроразведка методом сопротивлений и вызванной поляризации: аппаратура, методики, программное обеспечение // Разведка и охрана недр. – 2005. – №12. – С. 52–54.
- Огильви, А. А. Основы инженерной геофизики: учеб. для вузов / Под редакцией В. А. Богословского. – М.: Недра, 1990. – 501 с.
- Попов, В. Н. Управление устойчивостью карьерных откосов: учеб. пособие для вузов / В. Н. Попов, П. С. Шпаков, Ю. Л. Юнаков. – М.: Издательство горная книга, 2008. – 683 с.
- Свод правил 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть 6. Правила производства геофизических исследований. – Введ. 2004–07–01. – М.: ФГУП «ПНИИИС», 2004. – 49 с.

### ОСНОВНЫЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ПРОЦЕССЕ БУРЕНИЯ

**М.М. Базылев**

Научный руководитель ассистент А.А. Ислямова

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

*Цель исследования* – изучить возможности сектора геофизических исследований, которые выполняются во время бурения; выяснить, каким образом они увязываются с процессами, выполняемыми во время бурения, какие методы используются для решения задач геофизического изучения.

*Актуальность.* В настоящее время существует тенденция к объединению геофизических и буровых работ с целью снижения расходов из-за простоя скважин на время выполнения геофизических исследований, а также проводки бурового снаряжения по продуктивному пласту непосредственно во время бурения. Поэтому для современных специалистов-геофизиков есть необходимость разбираться в данной области геофизической науки, ее возможности и развитие на сегодняшний день.

Каротаж во время бурения (КВБ) – детальное исследование строения разреза скважины с помощью спуска-подъема в ней геофизического зонда как части бурового снаряжения.

Первые попытки создания технологии КВБ осуществлялись в 20-х годах XX в. В эти годы возникли идеи использовать пульсацию давления при прокачке промысловой жидкости насосом, применять бурильные трубы со встроенным кабелем для передачи сигнала, проводить акустический каротаж, электрокаротаж во время бурения. В конце 60-х годов XX в. американский инженер Дж. Арпс изобрел систему, измеряющую удельное сопротивление с возможностью направленной работы. Конкуренция между Mobil, Standard Oil и другими компаниями в конце 60-х и в начале 70-х приводит к созданию множества перспективных систем, одна из которых MWD (Measurements while drilling). Следует отметить, что главным фактором развития послужило решение правительства Норвегии производить инклинометрию в скважинах на шельфе каждые 100 метров. Это решение создало благоприятную среду для технологии MWD, где она имела экономическое преимущество перед традиционными приборами, что привело к ускоренному развитию LWD технологий к началу 1980-х гг. [5].

Каротаж во время бурения можно классифицировать по решаемым задачам [2]. Каротаж в зависимости от постановки проблемы служит для решения задач геонавигации, геомеханики (контроль качества цементирования акустическими методами) и для определения литологии пласта, что включает определение типа горной породы, выделение разломов, коллекторов. Аппаратура для решения этих задач будет рассмотрена ниже.

В комплексе каротажа во время бурения можно также условно выделить две основные группы средств измерения по глубинности:

- малой радиальной глубинности (используются ГК, НК, АК и БК методы);
- большой глубинности (реализуется достаточно длинными зондами ЭМ каротажа).

По направленности геофизические измерения во время бурения делятся на:

- ненаправленные (осесимметричные, или аксиальные) измерения;
- направленные (азимутальные) измерения (используются зонды с секторной областью исследования) [1].

Важной и неотъемлемой частью каротажа во время бурения является телеметрическая система. Телеметрическая система – это совокупность средств измерений, вспомогательных устройств и каналов связи, предназначенных для передачи сигналов измерительной информации на расстояние и их приема. Телеметрическая система включает скважинный прибор и наземное устройство для приема и выделения полезного сигнала с последующим его преобразованием и регистрацией.

Среди средств первичного преобразования телеметрической системы есть геофизический блок, куда входят измерители сопротивления горных пород, их гамма активности, самопроизвольной поляризации и виброакустического каротажа. Помимо собственно геофизической составляющей в состав системы также входят инклинометрические и технологические средства преобразования [3].

От вида телеметрической системы зависит последовательность расположения геофизической аппаратуры в буровой колонне [4]. Также порядок расположения зависит от глубинности используемых методов и от вида решаемых задач, рассмотренных выше [1].

При анализе методов, используемых различными компаниями в настоящее время, были выделены основные методы: гамма-каротаж (ГК), резистивиметрия (используется метод ИК, получаемой величиной является сопротивление), инклинометрия, акустический каротаж (АК).

Также для подтверждения исходных данных могут использоваться дополнительные исследования: ЭМ каротаж, нейтронно-плотностной каротаж, БК.

Рассмотрим основные геофизические методы, применяемые в КВБ, подробнее.

Гамма-каротаж относится к малоглубинным методам, проводится практически во всех случаях решения задачи геонавигации. В совокупности с измерениями электрического сопротивления гамма-каротаж позволяет эффективнее контролировать пространственное положение скважины относительно геологических объектов в процессе бурения. В свою очередь, электрические методы имеют хорошую глубинность измерений для их использования в геонавигации.

Принцип измерения электрических свойств горной породы приведен на рис. 1 [4].

Как видно по рис. 1 для измерения сопротивления горной породы используется метод индукционного каротажа.

Акустический каротаж применяется при оценке качества цементирования, оптимизации веса бурового раствора, прогнозировании порового давления (геомеханическая задача), позволяет обеспечить оператора информацией об открытой пористости, регистрирует сейсмическое поле выше долота и прогнозирует свойства пород впереди долота. АК также может быть отнесен к группе методов с малой радиальной глубинностью [2].

Инклинометрия – метод, используемый для определения положения скважины в пространстве. В инклинометрии исследуют следующие параметры: угол искривления, азимут искривления, угол наклона. Для определения этих характеристик используются различные гироскопические приборы, свободные гироскопы, инерциальные навигационные системы, магнитные приборы и т.д.

Дополнительные исследования: определение петрофизических свойств ГП методом нейтронно-плотностного каротажа, которым исследуются плотность и пористость ГП. Относится к малоглубинным методам.



Рис.1 Принцип измерения сопротивления ГП

После измерения геофизическими зондами параметров горных пород перед системой КВБ встает задача передать данные в реальном времени на поверхность. Существует несколько типов телеметрических систем, решающих данную проблему. Они бывают [3]: гидравлические, по бурильным трубам, по горным породам.

При анализе систем КВБ, и в целом телеметрических систем, очевидно, что в процессе бурения используется большое количество геофизических методов, основные из которых: ГК, резистивиметрия (ИК), инклинометрия, АК. А также более полные данные получаются при добавлении в систему КВБ электромагнитного каротажа, нейтронно-плотностного каротажа, БК, что позволяет решать некоторые геофизические задачи уже на этапе бурения.

#### Литература

1. Аксельрод С. М. Методы опережающей навигации при бурении горизонтальных скважин (по материалам зарубежной литературы) //Каротажник. – 2012. – №. 9. – С. 87–122.
2. Бурение и измерения: ООО «Технологическая компания Шлюмберже» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.slb.ru/services/drilling/drilling\\_measurements/](https://www.slb.ru/services/drilling/drilling_measurements/)
3. Епихин А.В. Технология бурения нефтяных и газовых скважин : Курс лекций. – Томск: НИ ТПУ, 2015.
4. Каротаж в процессе бурения: Герс-инжиниринг [Электронный ресурс] / URL: <http://gerse.ru/service/LWD/>
5. Logging while drilling: Wikipedia [Электронный ресурс] / URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Logging\\_while\\_drilling](https://en.wikipedia.org/wiki/Logging_while_drilling)

### ВЫЯВЛЕНИЕ МЕТОДОМ МОГТ-3D И КАРТИРОВАНИЕ ВЫБРОСООПАСНЫХ ЗОН (В УСЛОВИЯХ КАРАГАНДИНСКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА)

А.Ж. Байкенжина

Научный руководитель профессор В.И. Исаев

ТОО «Азимут Геология», Караганда, Казахстан

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия

*Анализ проблемы.* Выбросоопасность угольных пластов в значительной мере определяет как технологические схемы, организационные и экономические аспекты разработки угольных месторождений, так и безопасность горных работ. Вопрос о прогнозировании зон горно-геологических нарушений с одновременным учетом газового фактора, напряженно-деформированного состояния массива, а также физико-механических свойств угольного пласта является весьма актуальным [1, 4].

Определяющее влияние на формирование факторов выбросоопасности оказывает разрывная тектоника разной степени амплитудности. Поэтому основной задачей геологоразведочных работ на сегодняшний день в Карагандинском бассейне является изучение именно тектонического строения шахтных полей. Для этого при проведении геологоразведочных работ на угольных месторождениях желательно совершенствовать подходы к использованию геофизических методов в качестве значимых информационных модулей [2, 3].

Однако применение шахтной геофизики имеет некоторые ограничения. Так, например, размещение приемника и источника сигнала невозможно в оконтуривающих горных выработках напротив друг друга, когда один из штреков находится в стадии проходки либо когда оба штрека пройдены, но длина лавы значительно

превышает глубину зондирования применяемого геофизического оборудования. В этих случаях целесообразно применять разведку массива с поверхности для уточнения условий залегания угольного пласта.

*Цель* настоящего сообщения – продемонстрировать выявление и картирование выбросоопасных участков Карагандинского угольного бассейна на примере поля шахты Тентекская с использованием данных сейсморазведки МОГТ-3D.

Тентекский угленосный район расположен в западной части Карагандинского каменноугольного бассейна (рис. 1). Одноименная тектоническая структура – Тентекская мульда – расположена в северо-западной части Шерубайнуринской синклинали. Дислоцированность мульды неравномерная. Наиболее нарушенными являются отложения, слагающие восточное крыло, особенно его северо-восточную часть, характеризующуюся близостью к Шерубайнуринскому взбросу и развитием в её пределах крутого поперечного Шаханского нарушения. На остальной площади более нарушенными являются замковые части. В пределах западного крыла, несмотря на его крутое падение и близость к Тентекскому разлому, разрывных нарушений выявлено мало. Площадь поля шахты «Тентекская» расположена в донной части Тентекской структуры, оси которой на горизонте минус 500 м и пласта д6 равны 4 и 6 км. Угольные пласты имеют пологоволнистое залегание и преимущественно под углами 5-10° наклонены к центру мульды. Только на крайнем западе, в связи с общим выкручиванием толщи до вертикального залегания на верхних горизонтах, углы возрастают до 20-60°.

Среди разведанных разрывных нарушений преобладают взбросы (80%) протяжённостью до 1,5-2 км (93%) и амплитудами 15-50 м (56%). Глубина развития большей части нарушений (протяжённость в вертикальном разрезе) не выходит за пределы 300-500-метрового интервала. По этой причине высоко число «слепых» разрывов, не достигающих поверхности карбона (около 70%).

На участке проведенных работ залегают кайнозойские отложения, которые представлены палеогеновыми, неогеновыми и четвертичными осадками, отложения угленосных тентекской и долинской свит каменноугольного возраста. В литологическом составе пород тентекской свиты (С2-3 tn) наблюдается увеличение песчаников, в отличие от состава пород нижележащей долинской свиты. Угольные пласты т5-т6, т9-т11, т15-т17 сложены преимущественно листовато-пластинчатым углём: полуматовым, полублестящим и отчасти блестящим. Общая мощность тентекской свиты изменяется в пределах 465-540 м.

*В Карагандинском угольном бассейне* сейсморазведочные работы МОГТ-3D – *первый опыт* применения данного метода в отношении угольных горизонтов. Его назначение – возможность планировать с высокой вероятностью безопасные работы по добыче угля.

Кроме уточнения структурно-тектонического строения угленосного массива, 3D сейсморазведка призвана помочь в решении геотехнических и геомеханических задач при отработке шахтных полей. По нашему мнению, при достаточно скрупулезной обработке полученных сейсморазведкой материалов можно получить данные по напряженно-деформированному состоянию подработанного массива и прилегающего пространства, о зонах опорного давления от ведения горных работ. В таблице 1 приведены объемы работ дизайна 3D съемки.

*Таблица*

*Объемы работ дизайна 3D съемки*

Параметры сейсмосъемки	Проектные данные Project data	Фактические данные Factual data
Общее количество линий приема ЛП	42	42
Общее количество пунктов приема ПП	4070	4070
Общее количество линий возбуждения ЛВ	41	41
Общее количество пунктов возбуждения ПВ	4080	4080
Кратность покрытия бинами	182	182
Размер бина	15x15	15x15

На основе моделирования схем отстрела выбрана оптимальная схема наблюдений и остальные ее параметры: расстояние между линиями возбуждения и приема и их ориентация; схема расстановки сейсмоприемников; размеры бина; полная кратность съемки; схема отработки площади; схемы распределения кратности, удалений ПВ-ПП и азимутов; частота дискретизации; длительность записи.

Для получения достаточного по энергии и широкому спектру импульса источником возбуждения сейсмических волн был выбран взрыв в скважинах глубиной 12-15 м, 5 детонаторов ЭДС-1. Глубина бурения взрывных скважин по площади изменялась в зависимости от сейсмогеологических условий и выбиралась после анализа данных МСК.

*Выделение разломов* проводилось по разрывам осей синфазности на вертикальных временных разрезах и горизонтальных срезах (слайсах). Критерием правильной выделения разломов служила согласованная интерпретация в разных сечениях куба сейсмической информации.

*Результаты* проведенных сейсморазведочных работ МОГТ-3D на южном крыле поля шахты «Тентекская» с целью изучения тектонического строения состоят в следующем:

- 1) детально откартированы отражающие горизонты, контролирующее залегание угольных пластов т1 и д6;
- 2) выделены и откартированы проявления разрывной тектоники, включая малоамплитудные тектонические нарушения;

**СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

3) выявлены размывы угольных пластов;  
4) построены детальные трехмерные сейсмогеологические модели, характеризующие строение основных угольных пластов.

С помощью данных сейсморазведки выявлено поведение угольных горизонтов, их разрывные нарушения, которые плохо фиксируются по скважинным данным бурения, но хорошо видны на временных разрезах.

Выполненный анализ волновых полей и геометрии изучаемых поверхностей в пределах шахтного поля позволил установить существенное увеличение дизъюнктивных деформаций сверху вниз по разрезу с выявлением возможных размывов целевых угольных пластов. Комплекс проведенных работ позволил выявить и проследить на площади шахтного поля разрывные нарушения с амплитудой от 5 м и более, которые являются одним из основных факторов выбросоопасности при проведении горных работ.

*Заверка прогнозных выбросоопасных зон.* Одним из способов безопасного проведения подготовительных пластовых выработок в условиях повышенной метаноносности является дегазация приконтурного углегазонасного массива с использованием дегазационных скважин, пробуренных из полевых газодренажных выработок. Проходка газодренажного штрека 232-дб-1-Ю по породе осуществлялась в 2016 г. встречными забоями с бурением опережающих дегазационных скважин.

Проходка газодренажного конвейерного штрека 232-дб-1-Ю вскрыла выявленные сейсморазведкой тектонические нарушения, ранее не прогнозируемые по данным детальной геологической разведки шахтного поля. Положения встреченных при проходке тектонических нарушений в плане совпадают с данными сейсморазведки в районе скважин №№ 10159, 14748 и 14546, амплитуды нарушений от 5 м и более.

Стоит отметить возможность выявления таких деформаций как пережимы, утончение и раздувы угольных пластов, имеющих в большей части тектоническую природу происхождения. На временных разрезах такие деформации отмечаются также разрывами по осям синфазности, которые имеют разную протяженность как по глубине, так и по простиранию.

**Выводы:**

1) по данным сейсморазведки построены структурно-тектонические планы угольных пластов т<sub>1</sub> и д<sub>6</sub>, на которых отражены все тектонические нарушения, полученные МОГТ-3D, а также складчатые нарушения;

2) полученная информация по данным сейсморазведки МОГТ-3D является основанием для корректировки ранее имевшихся календарных планов отработки пластов. В свете новой информации, полученной сейсморазведкой, могут быть перепланированы направления нарезки выемочных единиц для снижения экономических затрат на горные работы за счет снижения проходки бросовых горных выработок;

3) в свете новой информации, полученной сейсморазведкой, должны быть перепланированы направления нарезки выемочных единиц и с точки зрения безопасности горных работ;

4) опыт использования высокоразрешающей сейсморазведки на поле шахты «Тентекская» показывает возможность полевой геофизики определять и уточнять параметры нарушенности угольных пластов и вмещающих пород в условиях Карагандинского угольного бассейна.

**Литература**

1. Байкенжина А.Ж. К теории образования выбросоопасных зон угольных пластов // Труды университета. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2010. – № 3 (40). – С. 109–110.
2. Исаев В.И., Байкенжина А.Ж. Геологические факторы выбросоопасности угольных пластов Карагандинского бассейна и возможности их геолого-геофизического прогноза // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2017. – Выпуск 20. – С. 52–56.
3. Тайлаков О.В., Соколов С.В., Застрелов Д.Н., Смыслов А.И., Ярош А.С. Обеспечение безопасности угледобычи на основе данных наземной сейсморазведки методом общей глубинной точки // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2015. – №4. – С.34–37.
4. Cao Y., Davis A., Liu R., Liu X., Zhang Y. The influence of tectonic deformation on some geochemical properties of coals - a possible indicator of outburst potential // International journal of coal geology. – 2003. – № 53. – p. 69–79.

**ОЦЕНКА ПРЕДСТАВИТЕЛЬНОСТИ КАТАЛОГОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ПРИАМУРЬЯ  
ЗА 2003-2011 ГГ.  
М.А. Васильева**

Научный руководитель д.г.-м.н., профессор А.М. Петрицевский  
**Институт комплексного анализа региональных проблем Дальневосточного округа РАН,  
г. Биробиджан, Россия**

Результаты мониторинга землетрясений, отражаемые в сейсмических каталогах, широко используются при решении задач сейсмического районирования территорий. Чувствительность и разрешающая способность сетей сейсмических станций меняется в пространстве и зависит от плотности станций и удаленности от них сейсмических событий. Чувствительность характеризуется представительным энергетическим классом (магнитудой) землетрясений, регистрируемых без пропусков в некоторой области пространства. Разрешающая способность определяется погрешностью определения координат, времени и магнитуды землетрясений и характеризует возможность разделения соседних событий.

В основе подхода [2] к оценке представительности сейсмических каталогов лежит положение о степенной форме распределения землетрясений по энергиям. При этом график повторяемости Гуттенберга-Рихтера в заданной области пространства имеет линейный вид в логарифмических координатах. Отыскание представительного класса в статистическом отношении сводится к решению задачи о соответствии наблюдаемого распределения землетрясений по энергиям степенному распределению. В такой постановке впервые задача была сформулирована и решена В.Ф. Писаренко и М.А. Садовским [3, 4]. В соответствии с этим подходом, В.Б. Смирнов разработал программу для оценки представительности каталогов землетрясений [5, 6].

Данная статья посвящена оценке представительности сейсмических каталогов в юго-восточных районах Дальнего Востока России (Байкало-Охотский, Танлу, Сахалинский и Курило-Камчатский сейсмические пояса). Для этого мы использовали программу В.Б. Смирнова [5]. В этой программе оценка представительности определяется на основе гистограмм распределения землетрясений по магнитуде внутри скользящего пространственного окна, размер которого в нашем случае составляет  $100 \times 100$  км. При расчетах мы использовали 50% перекрытие окон. Задача состояла в отыскании минимального значения магнитуды, при котором график повторяемости землетрясений внутри ячейки был бы линейным с заданной точностью.

По данным, приводимым в сводных каталогах ФИЦ ЕГС РАН [7] были подсчитаны среднеквадратические погрешности определения глубин гипоцентров, для которых погрешность определения ( $\pm \delta h$ ) не превышала 50% их глубины. По нашим подсчетам, средняя точность определения глубин гипоцентров землетрясений в верхнекоровом слое (0-20 км) составляет  $\pm 2.5$  км, в нижнекоровом слое –  $\pm 4.0$  км в Среднем Приамурье и  $\pm 8.0$  в Охотоморском регионе, а в верхней мантии (более 50 км) –  $\pm 11$  км и  $\pm 18$  соответственно. Эти оценки получены в результате анализа 4430 землетрясений в Приамурье и 6100 – в Охотоморском регионе за 2003-2011 гг. по сводным каталогам ФИЦ ЕГС РАН. Приводимым оценкам точности удовлетворяет 85% землетрясений в каталогах ФИЦ ЕГС РАН по Приамурью и 95% – по Охотоморскому региону за период 2003-2011 гг. Определения нижнего порога представительности магнитуд землетрясений и ее изменчивости в пространстве выполнена нами в трех районах: Верхне-Амурском, Приамурском и Охотоморском. В первом районе магнитуды и координаты гипоцентров землетрясений определены станциями Байкальской и Якутской сетей, во втором – Сахалинской (куда включены станции на территории Среднего Приамурья), а в третьем – Сахалинской и Камчатской.

Представительность магнитуд землетрясений, как и ожидалось, зависит от плотности сети сейсмических станций, хотя в некоторых районах (Камчатка) наблюдаются отклонения от этой генеральной закономерности. В Приамурье область минимальных представительных магнитуд ( $M = 2.4 - 2.5$ ) регистрируется в центральной части региона, в которой располагается большее количество сейсмических станций. И наоборот, представительные магнитуды повышаются до  $M = 3.0$  на границах с Китаем и Монголией, т.е. на границах территории ФИЦ ЕГС РАН, ответственной за сейсмический мониторинг.

В восточных районах Приамурской модели повышение уровня представительных магнитуд до  $M = 3.0$  имеет место в Нижнем Приамурье и на севере о. Сахалин, а на юге острова, где густота сейсмических станций более плотная – представительность магнитуд понижена до уровня  $M = 2.5$ .

Полученные данные принципиально совпадают с оценками Б.В. Левина с коллегами [1], согласно которым представительность сейсмических каталогов в южных районах Дальнего Востока ухудшается с севера на юг и с запада на восток, а средняя представительность магнитуд на территории Приамурья ( $M = 2.6-3.2$ ) соответствует нашим оценкам. Последние основываются на существенно большем числе сейсмических станций и дают основание исследовать распределения магнитуд землетрясений в 3D-пространстве.

В южных районах Охотоморского региона связь представительности магнитуд землетрясений с расположением и густотой сети сейсмических станций менее отчетлива, однако и здесь минимальные представительные магнитуды ( $M < 1.5$ ) соответствуют районам с плотной сетью сейсмических станций на юге о. Сахалин и на южных Курилах. Тихоокеанская часть Охотоморского региона, на территории которой отсутствуют сейсмические станции, характеризуется резким увеличением ( $M > 3.5$ ) представительных магнитуд. Оценки представительности магнитуд на севере о. Сахалин и в Приамурье, выполненные по сводным каталогам Сахалинской и Камчатской сетей, совпадают с оценками в Приамурской модели.

#### Литература

1. Левин Б.В., Ким Чун Ун, Нагорных Т.В. Сейсмичность Приморья и Приамурья в 1888–2008 гг. // Вестник ДВО РАН. – 2008. – № 6. – С. 16–22.
2. Петрищевский А.М., Васильева М.А. Нетрадиционные способы оценки реологических состояний тектонических сред в земной коре и верхней мантии западно-тихоокеанских континентальных окраин // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. – 2017. – № 4. – С. 39–55.
3. Писаренко В.Ф. О законе повторяемости землетрясений // Дискретные свойства геофизической среды. – М.: Наука, 1989. – С. 47–60.
4. Садовский М.А., Писаренко В.Ф. Сейсмический процесс в блоковой среде. – М.: Наука, 1991. – 96 с.
5. Смирнов В. Б. Опыт оценки представительности данных каталогов землетрясений // Вулканология и сейсмология. – 1997. – № 4. – С. 93–105.
6. Смирнов В.Б. Прогностические аномалии сейсмического режима. I. Методические основы подготовки исходных данных // Геофизические исследования. – 2009. – Т.10. – № 2. – С.7–22.
7. Служба срочных донесений [Электронный ресурс] – Режим доступа: [www.ceme.gsras.ru](http://www.ceme.gsras.ru).

**ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СЕЙСМИЧЕСКОГО ФАЦИАЛЬНОГО АНАЛИЗА  
ПРО ИЗУЧЕНИИ ПАЛЕОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

**А.А. Волкова**

Научный руководитель доцент В.П. Меркулов

*Национальный исследовательский Томский Политехнический Университет, г. Томск, Россия*

В связи с постепенной выработкой открытых месторождений разведка трудноизвлекаемых запасов становится всё более актуальной. К трудноизвлекаемым относятся месторождения палеозойских отложений Западной Сибири, которые характеризуются отсутствием горизонтальных поверхностей для отражения и большими углами падения пластов в связи со сложным блоковым строением. Современные трехмерные сейсмические данные с более высоким разрешением записи позволяют проводить недоступные ранее виды исследований, в том числе появляется возможность пересмотреть применение сейсмофациального анализа к месторождениям такого типа [1].

Сейсмофациальный анализ основывается на изучении внутреннего строения комплексов осадочных пород по сейсмическим данным и имеет целью выяснение соответствия определённым типам литологии, а также выяснение палеотектонических и палеогеографических условий формирования осадочных комплексов и их формационной принадлежности [5].

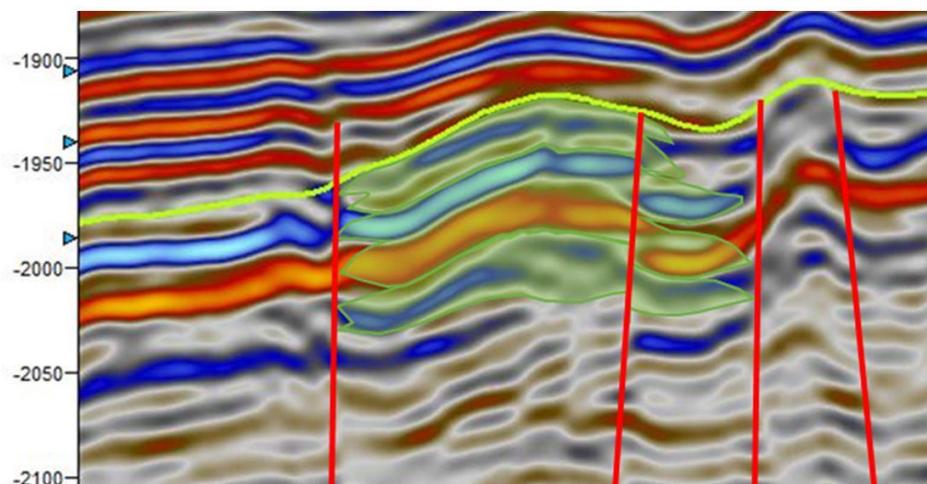
Применение сейсмофациального анализа особенно актуально на этапе разведки, когда возникает необходимость по материалам поискового бурения и сейсмических исследований дать прогноз распространения литотипов в пределах месторождения с целью оптимального заложения скважин. В такой ситуации необходимо максимально эффективно использовать результаты динамической интерпретации данных сейсморазведки в целях установления связей между сейсмическими атрибутами и литологическими разностями, формирующими разрез [6].

В данном исследовании в основе сейсмофациального анализа применяется алгоритм искусственных нейронных сетей к сейсмическим атрибутам. Целью сейсмофациального анализа является обнаружение участков со схожими акустическими свойствами, что может свидетельствовать о присутствии зон со схожей литологией [4, 7].

Рассматриваемое месторождение находится на северо-восточном борту Нюрольской впадины на юго-западе Западно-Сибирской НГП. Месторождение является одним из типичных месторождений палеозойского фундамента с характерными трудностями для изучения, связанными прежде всего с блоковым тектоническим строением и наличием естественной трещиноватости. Следует отметить, что месторождение сформировано в мелководно-морской карбонатной обстановке осадконакопления и нефтяная залежь приурочена к доломитам замещения [3].

Для начала, в работе была проведена попытка сейсмофациального анализа по сейсмическим временным разрезам, нацеленная на прослеживание карбонатного рифового тела, к доломитизированным известнякам которого приурочено месторождение, но в связи с выраженной тектонической активностью региона и блоковым строением площади исследования, удалось выделить лишь фрагменты рифа только на некоторых разрезах, без возможности детального картирования по площади (рис. 1), где зелёной заливкой выделено рифовое тело, желто-зелёной линией кровля фундамента палеозойских отложений и красными субвертикальными линиями показаны тектонические нарушения.

Для методов сейсмофациального анализа, связанных с нейронными сетями были использованы 6 атрибутов сейсмического волнового поля, связанных с физическими свойствами пород, слагающих фундамент палеозойских отложений: мгновенные частота, фаза и качество, первая производная, относительный акустический импеданс и затухание сейсмической волны. Выбор сейсмических атрибутов рассматривается в [2] и связан главным образом с отсутствием корреляции атрибутов между собой.



*Рис. 1 Карбонатное рифовое тело, выделенный на сейсмическом временном разрезе*

Рассматриваются три варианта сейсмофациального анализа, которые отличаются количеством определённых сейсмических фаций. За основу схемы распределения литологии взяты данные по керну скважин и тектоническое строение из работы [3]. На рисунке 2 представлены три варианта выбора литотипов, основанные на объединении в различное число классов и три варианта сейсмофациального анализа (от трёх до пяти сейсмических фаций) с наложенной тектоникой. Красным цветом показаны разведочные скважины, чёрным – эксплуатационные. Выделенные литотипы обозначены в подписях на рисунке.

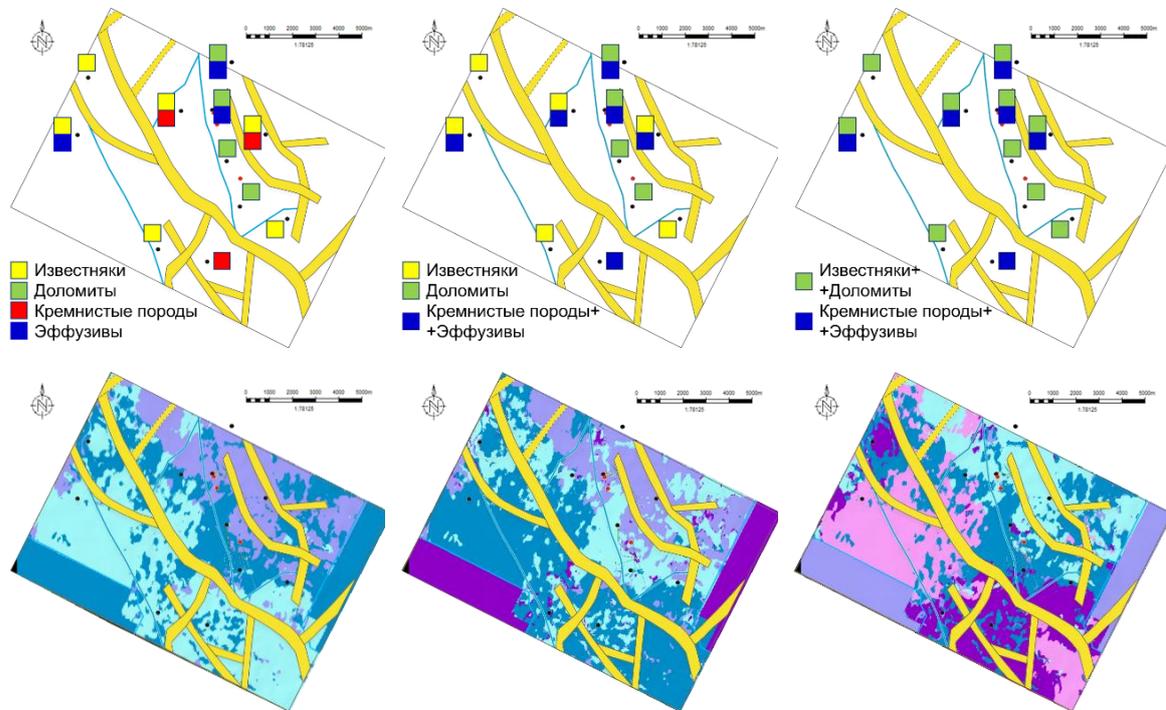


Рис. 2 Литология и сейсмические фации для анализа

Проанализировав рисунок 2 можно сделать вывод, что выделение двух литотипов нецелесообразно в связи с неправдоподобно большой площадью коллектора. Также следует отметить, что выделение четырёх и пяти классов сейсмофаций не приводит к улучшению сопоставимости со скважинными данными, особенно в зоне с повышенной плотностью скважин. Кроме того, не имеет смысла разделять в отдельные классы кремнистые породы и эффузивы.

В заключение следует отметить, что сейсмофациальный анализ показывает достаточную сопоставимость со скважинными данными по литотипам для того, чтобы его можно было применять при изучении отложений палеозойского фундамента Западной Сибири. Для рассматриваемого месторождения рекомендуется рассчитывать три класса сейсмических фаций, сопоставимых со следующими литологическими классами: 1) известняки, 2) доломиты и 3) кремнистые породы с эффузивами.

#### Литература

1. Белов Р.В., Кондрашов В.А., Мельников В.П. Опыт комплексного сейсмофациального анализа данных МОГТ и КМПВ // Геология нефти и газа. – 1990. – № 3. – С. 33–36.
2. Волкова А.А. Применение сейсмофациального анализа для уточнения схемы геологического строения на примере месторождения в фундаменте Западной Сибири // Современные проблемы седиментологии в нефтегазовом инжиниринге: Труды III Всероссийского научно-практического седиментологического совещания. – Томск, 2017. – С. 223–228.
3. Ежова А.В., Меркулов В.П., Чеканцев В.А. Геологическая модель строения палеозойского фундамента Северо-Останинского нефтяного месторождения (Томская область) // Горный журнал. – Томск, 2012. – Специальный выпуск. – С. 35–38.
4. Пейтон Ч. Сейсмостратиграфия. – М.: Мир, 1982. – 374 с.
5. Ухлова Г.Д., Соломатин В.В., Штифанова Л.И., Чернышова Т.И. Сейсмофациальный анализ и возможности прогнозирования литотипов пород по данным сейсморазведки // VII Всероссийское литологическое совещание. – Новосибирск, 2013. – С. 227–230.
6. Futralan K., Mitchell A., Amos K. & Backe G. Seismic facies analysis and structural interpretation of the Sandakan sub-basin, Sulu sea, Philippines // AAPG international conference and exhibition. – Singapore, 2012.
7. Saggaf M., Nafi Toksoz M. & Mahroon M., n.d. Seismic facies classification and identification by competitive neural networks // Geophysics. – 2003. – Т. 68. – № 6. – р. 1–34.

**ИССЛЕДОВАНИЕ УЧАСТКА ПЕНИНСКИХ ГОР НА НАЛИЧИЕ ИНТРУЗИВНЫХ ТЕЛ  
ПРИ ПОМОЩИ МАГНИТОРАЗВЕДКИ**

**В. А. Ворошилов, С.А. Михайлюк, К.И. Асанова**

Научный руководитель доцент, к.ф.-м.н. А.В. Пугин

*Пермский государственный национальный исследовательский университет,  
г. Пермь, Россия*

В период с 24 по 29 сентября 2017 года студенты Польши, Украины, России, Египта приняли участие в полевом лагере, организованном SEG Krakow Student Chapter. Лагерь проходил на территории Польши в г. Краков и в г. Клушовица. Объектами изучения стали андезитовые дайки горы Вдзар (магнитометрические исследования) и участок предполагаемого залегания олистолитов близ деревни Фалзтин (сейсморазведочные и электроразведочные работы). В данной статье будут приведены данные с магнитометрической съемки на горе Вдзар (рис. 1).



*Рис. 1 Участки исследования*

Пиенинский рифовый пояс (ПРС) представляет собой длинный (550 км) и узкий (от сотен метров до двадцати километров в ширину) антиклинорий, характеризующийся частично горстрообразной, частично диапировой структурой. Антиклинорий берет свое начало от бассейна реки Вена и следует к Пиенинским горам, отделяя два великих флишевых региона: Магура на севере и внутренний Карпатский на юге. Далее складчатый пояс проходит через восточную Словакию, Закарпатскую Украину. Информация о тектонике данной структуры в этих регионах достаточно скудная [1].

Гора Вдзар сформировалась из пород палеогенового флиша Сзкзавницкой формации, которые отсечены андезитовыми дайками. Здесь можно обнаружить два поколения даек и четыре петрографических типа андезита. Более древняя интрузия (ранний Баден) представлена дайками, распространенными с востока на запад и сформированными тремя типами андезита: 1) плагиоклазо-амфиболитовый тип; 2) магнетитовый тип; 3) амфиболитово-авгитовый тип. Молодая интрузия (поздний бадениан-сарматин) представлен амфиболит-авгитовым андезитом, сформированным одной большой дайкой (разрабатывались в карьерах Снозка и Тулка).

Андезиты формируются в результате последовательности химических изменений вулканитов от щелочного до более кислого состава, что связано с постепенной ассимиляцией флиша из-за вторжения магмы. Андезитовые и андезито-осадочные породы, брекчии вулканического, субвулканического и тектонического происхождения и туфовые породы слагают дайковые тела. Породы Сзкзавницкой формации слегка затронуты гидротермальным процессом в зоне контакта (цеолитизация и карбонатизация). Более старые андезитовые интрузии связаны с открытием подчиненных разломов вблизи основной зоны сдвига северной окраины. Более молодые андезитовые дайки следуют за поперечными разломами штирийской фазы и представляют посттектоническую форму по отношению к штирийскому сжатию. Стрелка компаса на данной территории показывает отклонение на 180° [2].

Целью магнитометрических съемок являлись поиск и локализация одной из андезитовых даек. Используемое оборудование было представлено двумя магнитометрами, основанными на эффекте Оверхаузера, – GSM-19 (GEMSystem, Канада). Магнитометрическая съемка выполнялась по стандартной методике с вариационной станцией в площадном варианте. Всего было выполнено 4 съемки: три на первом участке и одна на втором. В данной работе представлены результаты съемки на первом участке. На первом участке предварительно

была выполнена рекогносцировочная съемка, которая дала понять характер поля. Из-за наличия помехи неизвестного происхождения вторая съемка была забракована; как следствие, была выполнена третья съемка сеткой 5x2. Соответственно, на втором участке была выполнена лишь одна съемка сеткой 2x2. Также были отобраны образцы андезитов и вмещающих их известняков из карьера Тулка, которые были отданы в лабораторию АО «КамНИИКИГС», где была определена их магнитная восприимчивость. Магнитная восприимчивость андезита составила  $932 \cdot 10^{-5}$ , вмещающих пород  $-9.99 \cdot 10^{-5}$ .

На карте  $\Delta T$  отчетливо обнаруживает себя положительная аномалия вытянутой формы, имеются слабые отрицательные аномалии в северо-западном и юго-восточном углах участка. Для экспресс-интерпретации была выбрана модель бесконечного вертикально намагниченного штока по следующим причинам: на карте не наблюдается смена знака аномалии, что говорит о малом влиянии нижней кромки объекта и, вероятнее всего, о субвертикальной намагниченности тела. Интерпретационный профиль выбран вкрест простирания аномалии через ее максимум, а его положение показано на рис. 2 пунктирной линией.

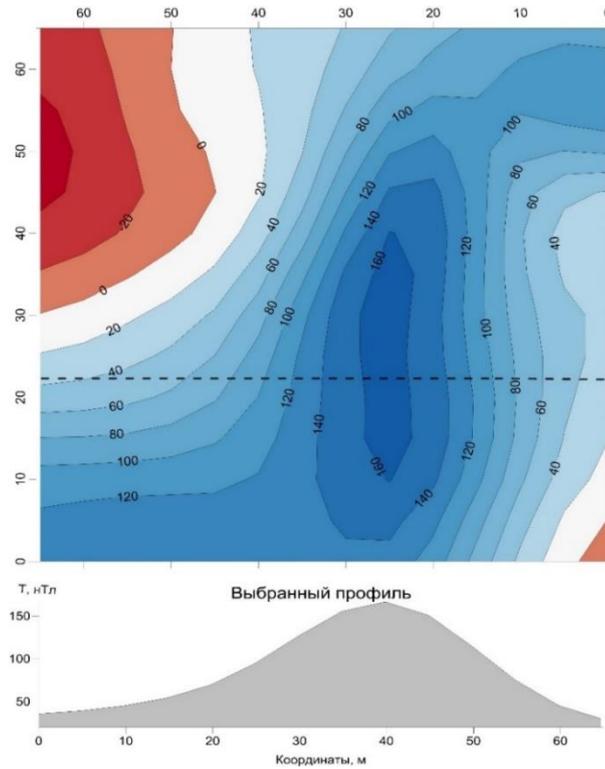


Рис. 2 Карта изодинам магнитного поля и выбранный для интерпретации профиль

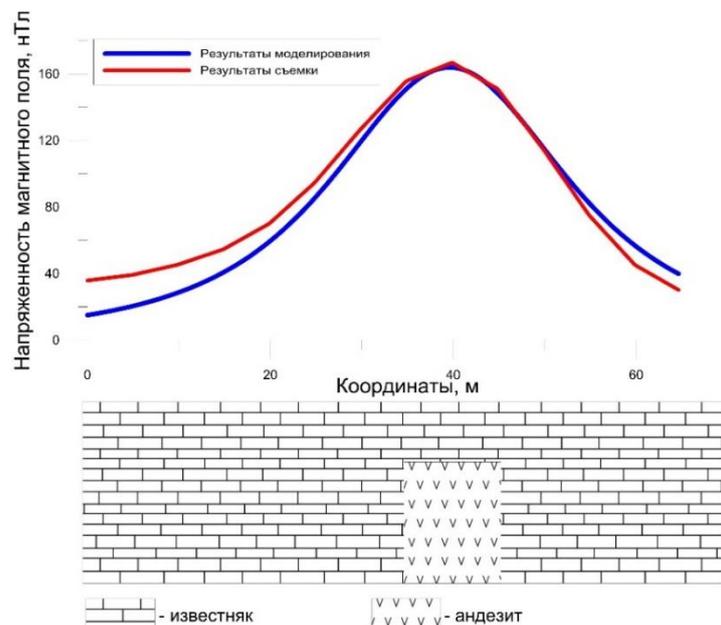


Рис. 3 Результаты моделирования и схематичный геологический разрез

## СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Интерпретация аномалии осуществлялась методом подбора. Согласно результатам решения обратной задачи (рис. 3), предполагаемый шток имеет радиус 6.7 метра, а его верхняя кромка расположена на глубине 20 метров от поверхности. Полученные результаты представлены в виде схематического разреза, весьма упрощенно отражающего геологическое строение участка работ. Измеренная и модельная аномалии магнитного поля с недостаточной степенью точности совпадают в краевых частях, что говорит о необходимости вовлечения в расчеты информации о влиянии боковых объектов.

По результатам проведения магнитной съемки была закартирована аномалия, сгенерированная дайкой андезитов, определена форма аномалообразующего объекта в плане и глубина залегания верхней кромки, получены значения магнитной восприимчивости андезитов и вмещающих известняков. Более адекватная интерпретация требует привлечения комплекса геофизических методов.

Авторы статьи выражают благодарность организаторам полевого лагеря – SEG Student Chapter Cracow, и их спонсорам – SEG, SEG Foundation and TGS.

### Литература

1. Birkenmajer K. Geology of the Pieniny Klippen Belt of Poland. – Wien, 1960. – 36 p.
2. Urban J., Margielewski W. A concept of conservation of inanimate nature objects at Mt Wzár near Czorsztyn (Carpathians) (English sum.) // Pieniny – Przyroda i Człowiek. – Cracow, 1995. – №4. – P. 99–104.

## МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ

**Е.О. Вязовкина**

Научный руководитель доцент, к.г.-м.н. М.Д. Малыхин

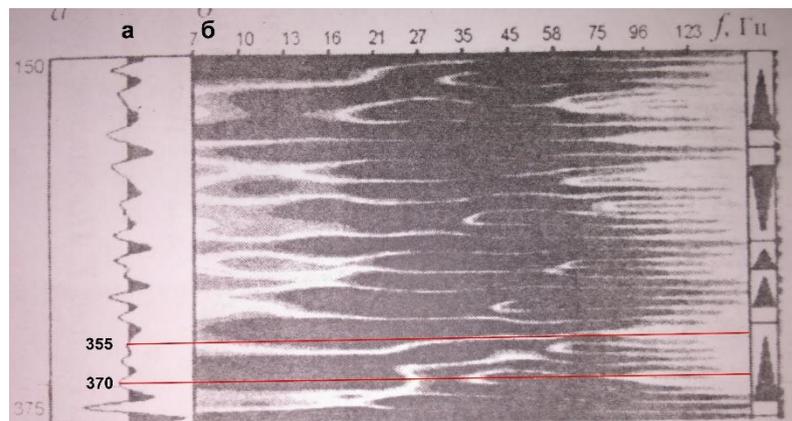
*Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия*

В настоящее время при детальном расчленении геологических разрезов используется ряд программных комплексов, выполняющих поставленную задачу. Рассмотрим эти комплексы в порядке их эффективности.

§1. *ВРС-Гео* [3]. Технология высокоразрешающей сейсморазведки позволяет: детально изучить внутреннюю структуру нефтесодержащих отложений, т.к. результаты сейсмических материалов обработки обладают большой разрешенностью, что обеспечивает выделение песчаных пластов толщиной 4 метра и карбонатов толщиной 6 метров [3]; коррелировать отражающие границы нефтегазовых залежей по всей площади; предварительно оценивать ресурсы углеводородов в нефтеперспективных отложениях на основе уравнения среднего времени [3]. Методика имеет следующие преимущества: повышение достоверности обнаружения нефтеперспективных объектов, сокращение объемов непродуктивного бурения и материальных затрат, повышение эффективности геологоразведочных работ.

При полевых сейсмических исследованиях регистрация отраженных волн выполняется с шагом дискретизации равным 2 мсек. Вследствие этого весь набор процедур, используемых при обработке и интерпретации полевой информации, в системе ВРС-Гео работает с материалом, оцифрованным через 2 мсек.

§2. *СВАН* – спектрально-временной анализ [1]. С помощью СВАН любую сейсмическую трассу для некоторого участка профиля представляют в виде СВАН-колонки, состоящей из последовательности трасс, полученных с дискретно непрерывным возрастанием преобладающей частоты используемого фильтра. В 3D сейсморазведке возможно получение СВАН-колонки для каждой трассы куба сейсмической информации (рис. 1).



**Рис. 1 СВАН-анализ сейсмической трассы: а) сейсмическая трасса, б) СВАН-колонка**

Считается, что СВАН-колонка является спектрально-временным срезом, характеризующим последовательность седиментационных объектов, слагающих разрез. Вследствие этого изменение спектрально-временной колонки соответствующих интервалов сейсмической записи обусловлено сменой типа разреза. В связи с этим СВАН с опорой на данные бурения, ГИС и испытания скважин считается надежным методом типизации

геологического разреза в межскважинном пространстве. Другое применение спектрального разложения – определение мощности тонкого слоя или зон замещения в тонком слое, представляющем коллектор. Тщательный анализ сейсмической трассы (рис. 1) дает основание утверждать, что каждый низкочастотный (сложно построенный) сейсмический сигнал представлен набором простых высокочастотных (когерентных) сигналов, характеризующихся своей индивидуальной фазой. Следует отметить, что в выделенном на рисунке 1 интервале  $t = 355-370$  мсек содержится пять высокочастотных сигналов. Максимальные амплитуды одиночных (высокочастотных) сигналов определяются величинами коэффициентов отражений от границ раздела изучаемого разреза. Спектрально-временной анализ эффективен при совместном использовании данных бурения и СВАН-колонок именно на площадях с целью уточнения запасов углеводородов в ловушках.

§3. *Детальное расчленение сейсмических трасс на основе преобразований Гилберта* [3]. При выполнении сейсморазведочных работ МОГТ-3D исследования, как правило, выполняются с использованием сигналов в достаточно узком частотном диапазоне  $7 \div 120$  Гц. В этом случае период сигнала  $T = 17$  мсек. При таком периоде сигнала возможно выявление пластов песчаников при скорости 4000 м/сек толщиной 17 м. К сожалению, на территории Урало-Поволжья широкое распространение имеют пласты-коллекторы толщиной менее 17 метров и надежное их выявление используемыми программными средствами весьма затруднено. В этой связи возникла необходимость определения возможности детального расчленения реальных сейсмических трасс, пересчитанных в трассы мгновенных фаз на основе преобразования Гилберта. Преобразование Гилберта позволяет представить сигнал в комплексном виде, что дает возможность определять три производных сигнала: амплитуду  $a(t)$ , фазу  $\theta(t)$  и частоту  $\omega(t)$ , которые используются в качестве атрибутов при интерпретации:

$$\alpha(t) = \sqrt{S^2(t) + M^2(t)}; \theta(t) = \arctg \left[ \frac{M(t)}{S(t)} \right]; \omega(t) = \frac{d\theta(t)}{dt}.$$

Важным следствием применения Гилберт-преобразования при обработке сейсмических сигналов является проявление фазовых *откликов слабых когерентных сигналов* на временных разрезах [3]. Использование таких изображений существенно упрощает прослеживание тонких пластов, обнаружение их выклиниваний, угловых несогласий, зон нарушения непрерывности отражающих границ и фациальных изменений.

Принимая во внимание вышеотмеченное явление, возникла необходимость сопоставления материалов акустического каротажа (Vak), коэффициентов отражения (R), реальных трасс временного разреза (суммарных трасс) и мгновенных фаз с целью выявления элементарных сигналов, обладающих одинаковыми фазами на временных разрезах (рис. 2).

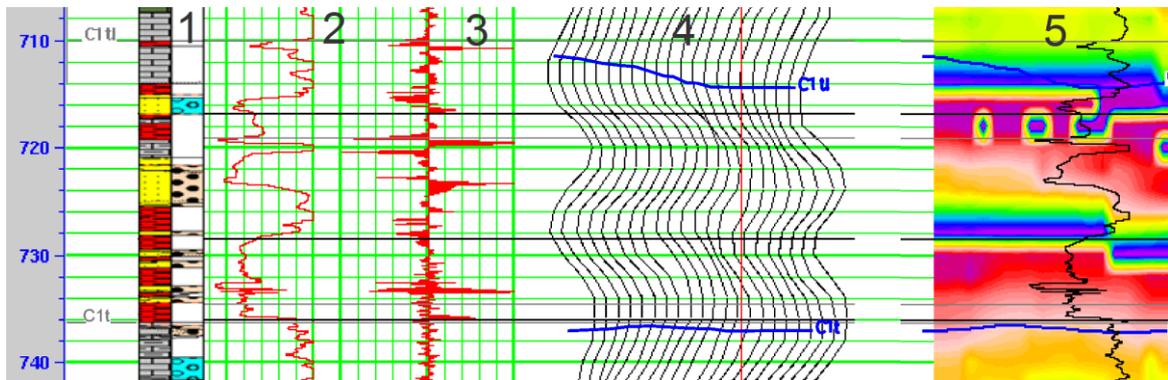


Рис. 2 Скважинные данные: 1 – литологическая колонка, 2 – АК, 3 – кривая коэффициентов отражения, 4 – реальные сейсмические трассы, 5 – разрез мгновенных фаз.

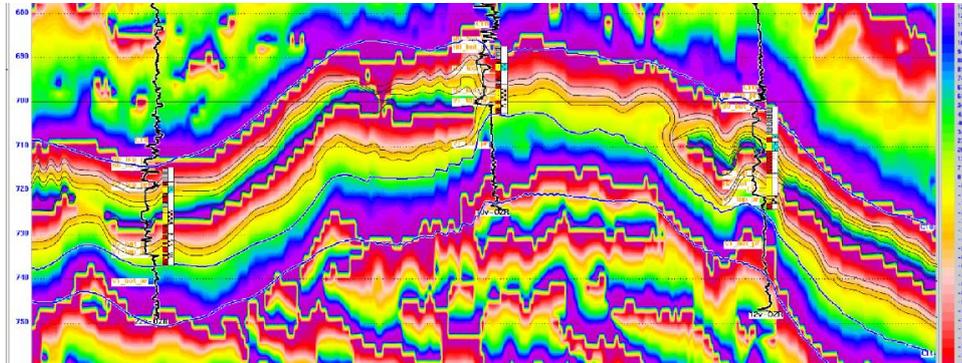
На представленном рисунке высоким качеством обладают данные акустического каротажа, реальные сейсмические трассы и материалы мгновенных фаз. Следует отметить, что терригенная толща тульского горизонта на стандартных материалах определяется двумя фазами, удаленными друг от друга на 25 мсек. На материалах мгновенных фаз наблюдается 7 фаз, что свидетельствует о присутствии в данном интервале  $5 \div 6$  прослоев средней толщины 6 мсек. Для корректного выполнения корреляции промежуточных горизонтов в интервале продуктивного разреза целесообразно отмеченные на временном разрезе представлять в увеличенном масштабе. Оценим детальность расчленения разреза по данным реальных сейсмических трасс. На рисунке 2 представлен временной разрез и литологическая колонка, сложенная глинами, алевролитами, известняками и доломитом. Данные ГИС с рассматриваемыми данными сейсмических стандартных трасс увязаны. Рассмотрим возможность получения дополнительной информации о геологическом разрезе при использовании атрибута - мгновенная фаза. Благодаря этому атрибуту предоставляется возможность выделить фазы элементарных сигналов, участвующих в формировании сложного сигнала, и, таким образом, выполнять детальное расчленение изучаемого разреза (рис. 3).

Для выделения пластов малой толщины на временном разрезе мгновенных фаз следует использовать вертикальный масштаб в 1 см – 5 мсек и детальную цветовую гамму, отображающую фазы, благодаря чему удалось выполнить детальное расчленение интервала временного разреза тульского горизонта. На разрезе отмечается удовлетворительная увязка мгновенных фаз с данными ГИС, наблюдается сложное строение отдельных горизонтов, удастся выделить участки неоднородного строения отдельных пластов. Детальность расчленения временного разреза составила от 2 мсек до 8 мсек, что соответствует 2-16 м толщине терригенного слоя или 6-24 м

**СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

толщине карбонатов. На рисунке 3 опробована возможность непрерывной корреляции мгновенных фаз на временном разрезе, построенном с использованием предложенных и опробованных параметров воспроизведения сейсмической информации (мгновенных фаз) с целью детального расчленения разреза.

Определение толщин пластов по материалам сейсмических атрибутов – мгновенных фаз нуждается в дальнейшем изучении этого вопроса.



**Рис. 3** Пример корреляции мгновенных фаз в сопоставлении с данными бурения скважин 22, 10 и 12. На рисунке изображены: кривая акустического каротажа; трассы мгновенных фаз, построенные в цветном изображении и сопоставленные с кривой АК.

Литература

1. Мушин И.А., Бродов Л.Ю., Козлов Е.А. Методики спектрально-временного анализа. – М.: Недра, 1990.
2. Трофимов В.Л., Милашин В.А., Хазиев Ф.Ф., Мальцев Г.А. Детальная оценка геологических показателей реальной среды с применением технологии ВРСГео // Геофизика. – 2007. – №4. – С 157–166.
3. Урупов А.К., Воскресенский Ю.Н. Построение сейсмических изображений. – М.: РГУ нефти и газа. – 2006.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРУГИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД НА ПРИМЕРЕ ЮЖНОГО  
УЧАСТКА**

**А.О. Вязовкина, Е.О. Вязовкина**

Научный руководитель к.г.-м.н., доцент, зав. кафедрой В.В. Гусев  
Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

На сегодняшний день прирост запасов нефти и газа, поддержание и увеличение добычи связаны с вовлечением в разработку и эксплуатацию сложнопостроенных месторождений: скважины, расположенные всего в 500 метрах друг от друга, могут вскрывать разрезы, существенно отличающиеся по литологическому составу, фильтрационно-емкостным свойствам (ФЕС) и, как следствие, по добычным характеристикам. Для прогноза литологии, коллекторских свойств и насыщения в межскважинном пространстве в настоящее время все чаще используется сейсмическая инверсия – процесс преобразования сейсмических данных в количественное описание свойств пород, слагающих резервуар. Интерпретация результатов инверсионных преобразований основывается на анализе влияния литологического состава, насыщения и петрофизических параметров на упругие характеристики горных пород.

Моделирование упругих свойств выполнялось по данным ГИС, так как на Южном участке отсутствуют данные петрофизических исследований и акустический каротаж (АК) проведен в 19-ти скважинах в интервалах детального комплекса. Широкополосный акустический каротаж и плотностной каротажи не проведены ни в одной скважине.

Для выполнения работы использованы кривые псевдоакустического каротажа, псевдоАК с вшитыми в интервалы детального комплекса значениями АК, кривые псевдоплотностного каротажа, пористости, кривые литологии и коллекторских свойств. Кривая акустического импеданса рассчитана по методу Гарднера. Далее представлен пример моделирования упругих свойств для пласта А4 башкирского яруса.

Мощность пласта А4 на территории работ изменяется от 10 м до 42 м. Для моделирования упругих свойств пород пласта А4 было выбрано 24 скважины. Пласт состоит от 1 до 3 пропластков.

Отложения представлены 4 литотипами: известняками, известняками глинистыми, глинами и доломитами.

Результаты на рисунке 1 свидетельствуют о наличии достаточно тесной корреляционной зависимости между плотностью и значениями Р-импеданса, пористостью и значениями Р-импеданса, независимой от литологии (или от коллекторских свойств).

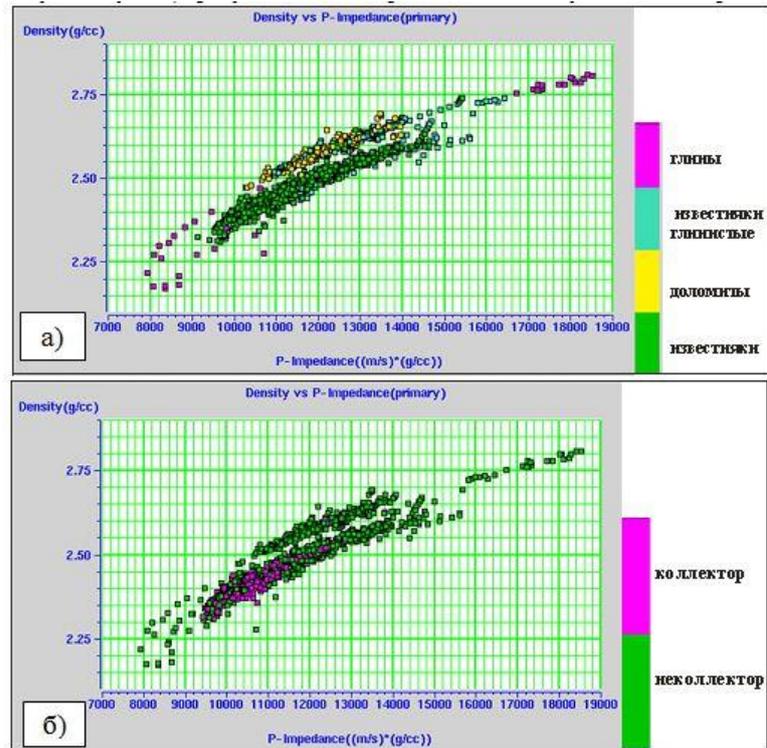


Рис. 1 Кроссплоты акустического импеданса и плотности в интервале пласта А4 башкирского яруса:

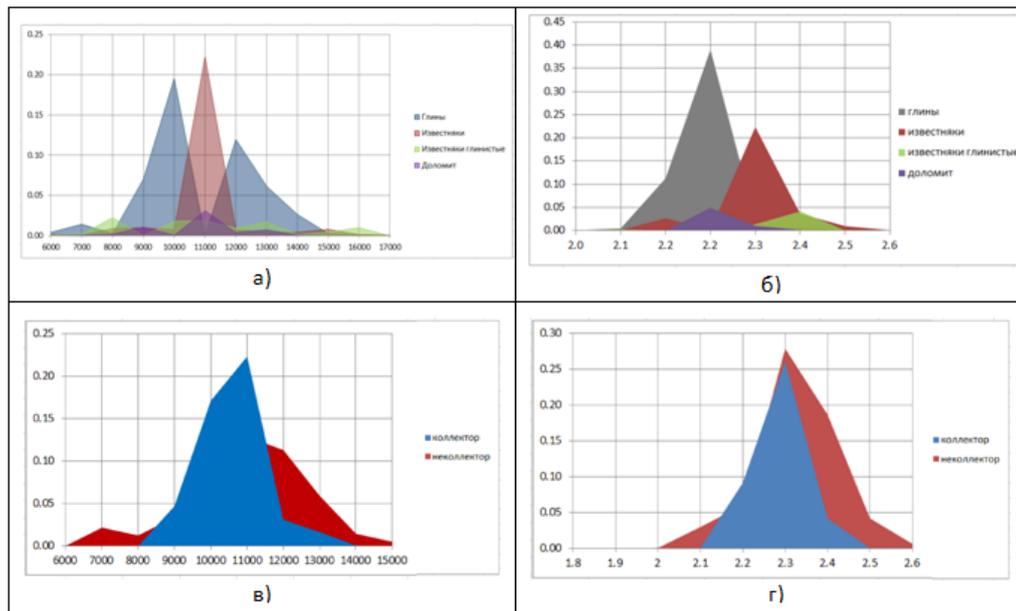


Рис. 2. Гистограммы распределения: акустического импеданса по литотипам а) и по коллекторским свойствам в); плотности по литотипам б) и по коллекторским свойствам г) в пласте А4 башкирского яруса

На рисунке 2 приведены гистограммы распределения импеданса и плотности по частоте встречаемости. С наибольшей уверенностью известняк отделяется от остальных литотипов по значениям импеданса  $\sim 11000$  m/s\*(g/cc) и по значениям плотности  $\sim 2.3$  g/cc. При разделении на коллектор-неколлектор наблюдается их перекрытие.

В результате проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

- 1) в связи с хорошей корреляционной зависимостью, не зависящей от литологии и коллекторских свойств, можно выполнять инверсионные преобразования;
- 2) разрешенность акустического импеданса достаточна для прогноза пористости;
- 3) разрешенность акустического импеданса недостаточна для прогноза литологии, так как в карбонатных и терригенных пластах литотипы отделяются друг от друга не всегда. Большое значение имеет литологический состав и мощность пласта.

**СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

В целом, можно отметить, что моделирование упругих свойств показало неплохие результаты, несмотря на то, что использован псевдокаротаж. Однако, для более достоверного моделирования упругих свойств и выполнения качественной акустической инверсии и прогноза ФЕС необходимы лабораторные исследования ядра, хороший акустический и плотностной каротажи по всему стволу скважины. Для проведения синхронной инверсии (кроме вышеупомянутого) требуется еще и широкополосный акустический каротаж.

Литература

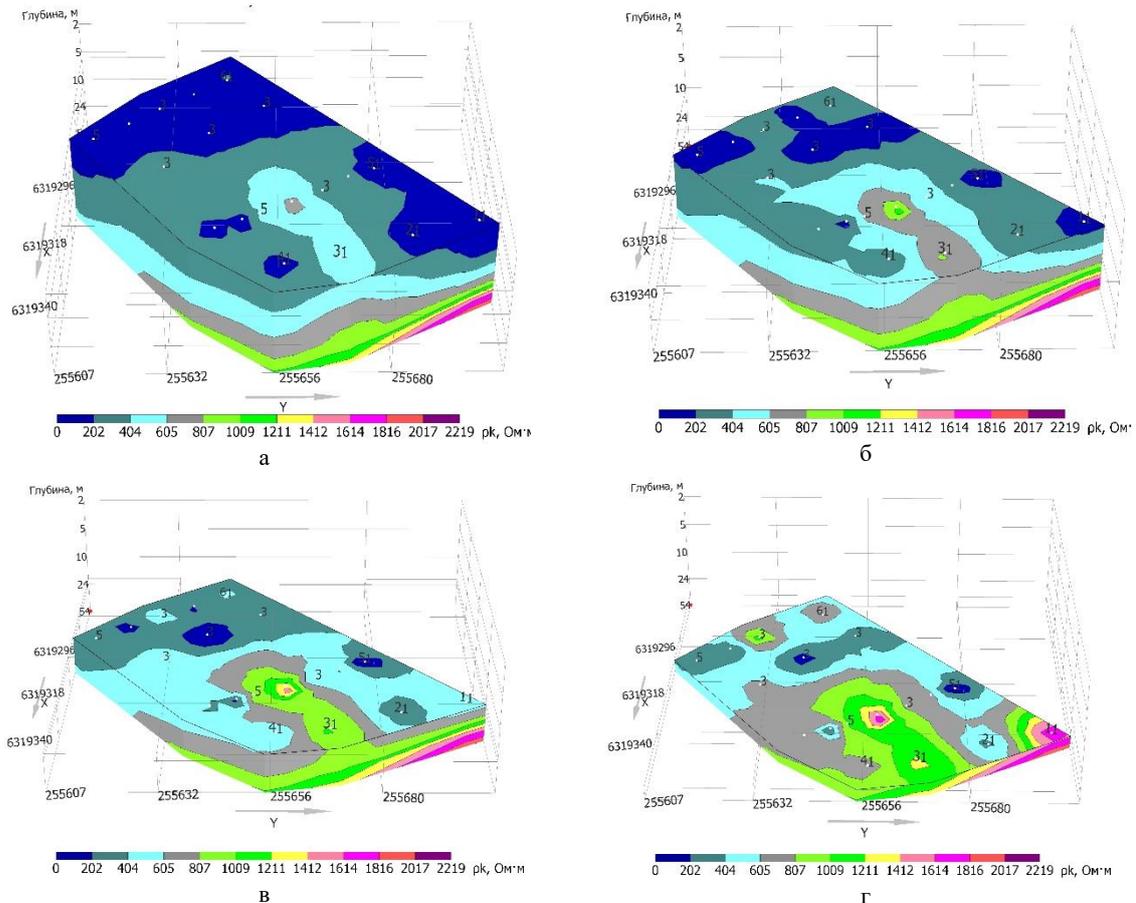
1. Авербух А.Г. Методика интерпретации данных сейсморазведки при интерпретированном изучении нефтегазовых резервуаров. – М.: Геофизика, 1998 г. – №1.
2. Ампилов Ю.П. От сейсмической интерпретации к моделированию и оценке месторождений нефти и газа. – Москва, ООО «СПЕКТР», 2008 г.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ ZOND 2.0 ДЛЯ ИНТЕРПРЕТАЦИИ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ  
ДАННЫХ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДОЧНОЙ СЪЕМКИ НА ПЕРМСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ГИПСА**

И.Д. Ефремов, Е.А. Овчинникова  
Научный руководитель Н.В. Кулакова

**Пермский государственный национальный исследовательский университет,  
г. Пермь, Россия**

Богомоловское месторождение – гипсовый карьер, находящийся в окрестностях города Орды (Пермский край, Россия). В геологическом строении этого участка преобладают отложения гипсов и ангидритов. Данные породы подвержены карстовым процессам, которые могут вызывать большие проблемы при добыче гипсового камня – большие притоки воды в подземные выработки, чрезвычайные ситуации, связанные с образованием провалов. Для изучения карста наиболее перспективными являются электроразведочные методы. Это связано с высокой контрастностью электропроводности моделей карстовых образований, простой методикой наблюдений и экономической эффективностью производства работ [2].



**Рис. 1. Горизонтальные сечения поля кажущихся сопротивлений исследуемого участка на эффективных глубинах 2,5 (а), 5 (б), 10 (в), 20 м (г) [1]**

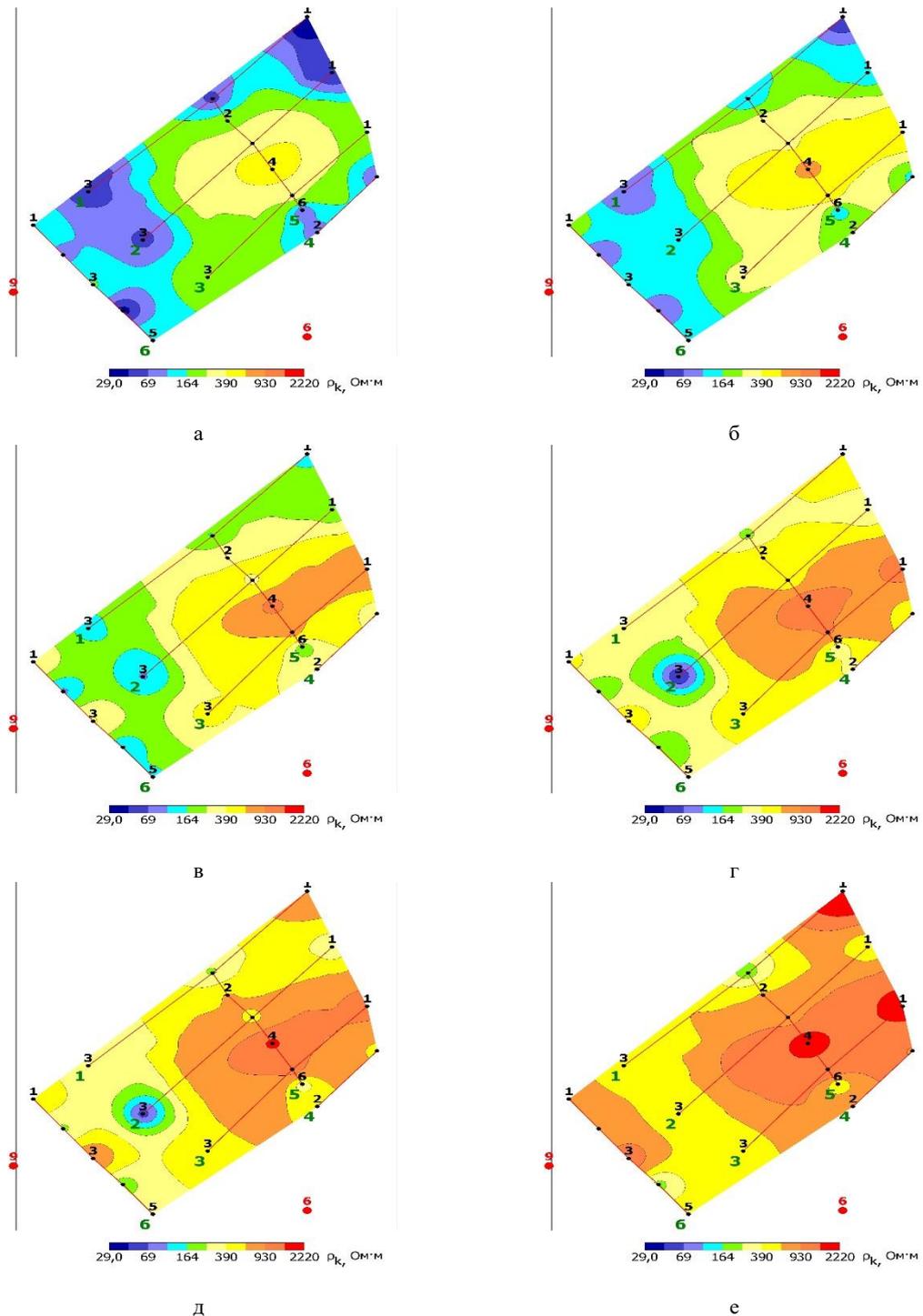


Рис. 2. Карты поля кажущихся сопротивлений исследуемого участка на эффективных глубинах 1 (а), 2,5 (б), 5 (в), 10 (г), 14 (д) и 25 м (е) [1]

На территории исследуемого карьера были проведены электроразведочные наблюдения методом ВЭЗ по 6 профилям с целью поиска неизученных карстовых полостей. При изысканиях использовалась аппаратура АМС-1. Для обработки и интерпретации полевых данных ВЭЗ использовалась специализированная программа ZOND 2.0.

На этапе качественной интерпретации решаются вопросы изучения общего характера пространственного изменения электрических свойств среды. Для этой цели в Zond 2.0 были построены горизонтальные сечения трехмерного поля кажущихся сопротивлений (рис. 1), характеризующие изменение электрических свойств пород как по площади, так и с глубиной.

Проинтерпретировав полученные данные, мы сделали вывод, что приповерхностная часть разреза до эффективных глубин 2,5-5 м характеризуется наличием, в основном, низкоомных отложений (рис. 1а, б). На глубине 10 м в центральной части исследуемой территории наблюдается закономерное увеличение кажущегося

## СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

сопротивления, указывающее на наличие карстовой области, приуроченной к гипсовым отложениям (рис. 1в, 2в, г).

По мере погружения эффективной глубины исследования кажущее сопротивление продолжает увеличиваться, что свидетельствует о наличии плотных пород – ангидритов, подстилающих область карстообразования, проследить это можно на картах кажущихся сопротивлений, которые также были построены в программном комплексе ZOND 2.0 (рис. 2 д, е).

Программа Zond 2.0 позволила наглядно и точно визуализировать полученные данные, рассмотреть их с различных ракурсов, построить объемные модели среды и сделать их сечения. Поэтому на основе качественной интерпретации данных мы предположили наличие карстовой полости в центральной и северо-восточной части территории.

### Литература

1. Бушуева Е.С., Ефремов И.Д., Кулакова Н.В., Овчинникова Е.А. Применение метода ВЭЗ для изучения карстовых полостей на Богомоловском месторождении гипса // Теория и практика разведочной и промысловой геофизики. – Пермь, 2017. С. 54–58.
2. Колесников В. П. Применение методов электротометрии для выявления закарстованных участков при решении инженерно-геологических задач // Кунгурская ледяная пещера: 300 лет науч. и тур. деятельности: матер. междунар. науч.-практ. конф. – Кунгур, 2003. – С. 329–333.
3. Колесников В. П., Татаркин А. В., Димухаметов М. Ш. Применение компьютерной технологии интерпретации электроразведочных данных при изучении закарстованных территорий // Вестник пермского университета. – Пермь, 2008. – № 10. – С. 136–143.

## **ОЦЕНКА СЕЙСМИЧНОСТИ ПЛОЩАДКИ СТРОИТЕЛЬСТВА МНОГОЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА ПО УЛ. ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ В Г. КРАСНОДАРЕ**

**А.М. Иолчуев**

Научный руководитель доктор технических наук, профессор В.И. Гуленко  
**ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», г. Краснодар, Россия**

По заданию ООО ПГФ «Изыскатель» ООО «ГЕО-ИНЖИНИРИНГ» были выполнены инженерные изыскания на площадке строительства многоэтажного жилого дома в г. Краснодаре. В ходе инженерных изысканий на изучаемом объекте проводились геофизические работы с регистрацией продольных и поперечных составляющих волнового поля.

Целью этих работ была оценка количественных характеристик сейсмического воздействия от вероятных сильных землетрясений для инженерно-геологических условий площадки проектируемого строительства многоэтажного жилого комплекса по ул. Железнодорожной.

Достижение этой цели предполагает решение следующих задач:

- составление обобщенной сейсмогеологической модели участка строительства;
- оценка характеристик сильных землетрясений из зон ВОЗ региона;
- математическое моделирование параметров ожидаемых сейсмических воздействий.

**Аппаратура и методика геофизических исследований.** При производственных работах на объекте использовалась сейсморазведка методом преломленных волн (МПВ). Методика МПВ позволяет расчлнить верхнюю часть разреза до 30 м (с указанной системой наблюдений) и провести анализ скоростного разреза. Работы выполнялись с регистрацией продольных и поперечных волн с накоплением [5-9, 4, 10].

Регистрация продольных и поперечных составляющих волнового поля была проведена на профиле, расположенном в центре бывших складов лесоматериалов – участке строительства будущего жилого комплекса. Работы были проведены с привлечением специализированной инженерной сейсмостанции Диоген-24. В качестве приемной линии использовалась коса ОУО-Geospace. Пункты приема (ПП) – электродинамические приборы (сейсмоприемники) ОУО-Geoimpulse. Пункт возбуждения (ПВ) – темпер (кувалда) массой 8-10 кг.

Для расчетов скоростей распространения волн в верхней части разреза отработано наблюдение с ПВ в центре расстановки (27,5 метров). Ввиду сложных условий установки сейсмоприемников (асфальтовое покрытие) немалое время было уделено подготовке линии приема.

Достижение оптимального соотношения сигнал/помеха в городских условиях достигалось опытным путем – выбором канального усиления. Особое внимание уделялось подавлению шумов-микросейсм (ветер) путем многократного накапливания (до 12 ударов). Помехи, наведенные линиями электропередач, подавлялись режекторным фильтром (50 Гц и кратные частоты). Помехи, возбуждаемые транспортными средствами, представляют собой интенсивные поверхностные волны и не удаляются с информативной области сейсмограммы, поэтому режим записи – временное ожидание, с целью корректной регистрации волнового поля.

Полученные сейсмограммы привлекались с целью дальнейшего анализа волнового поля (расчет скоростей в грунтах, оценка количественных характеристик сейсмических воздействий на грунты, продолжительность и затухание отдельных составляющих волнового поля). Все полученные сейсмограммы прошли последовательную пострегистрационную фильтрацию полосовым фильтром 10-80 Гц, сглаживающую информативные колебания и, тем самым, позволяющую точно выделить необходимые пакеты волн.

Полевой материал первично обрабатывался в стационарных условиях по комплексу программ «ДИОГЕН-СОНАР» – обработка по программе «КМРВ-2» в предположении слоисто-преломляющего строения

среды. Программа «КМРВ-2» предназначена для обработки одиночных и встречных годографов на одной расстановке (сейсмозондировании). В программе обрабатываются взаимоувязанные, прямые и встречные годографы первых вступлений, полученные в ходе обработки полевых сейсмограмм. В основу положена визуальная аппроксимация отрезков годографов прямыми линиями; расчет скоростей сейсмических волн, «t<sub>0</sub>», мощностей слоев, глубин и погрешностей их определения происходит автоматически.

На основании проведенных расчетов реакции геологической среды на сейсмические воздействия от землетрясений установлено [2, 3]:

1. Наиболее опасными для проектируемых сооружений являются местные землетрясения из Ахтырской и Азово-Майкопской зон возможных очагов землетрясений (ВОЗ).
2. По материалам комплексных инженерных изысканий, представленных заказчиком, разработана обобщенная сейсмогеологическая модель площадки (таблица 1).
3. Расчеты выполнены для дневной поверхности и средней глубины заложения фундаментов – 3,5 м [1, 4, 10]. Расчетные количественные характеристики сейсмических воздействий для очагов землетрясений из наиболее опасных зон ВОЗ (максимальное ускорение, преобладающий период, балльность) представлены в таблице 2.
4. На основании проведенных расчетов реакции геологической среды на сейсмические воздействия от землетрясений установлено, что наиболее опасными для проектируемых сооружений являются местные землетрясения из Ахтырской и Азово-Майкопской зон ВОЗ. Сейсмичность площадки для наиболее опасных зон ВОЗ (Ахтырской и Азово-Майкопской) на глубине заложения фундамента не превышает 8,3 балла для T=1000 лет.
5. С учетом дополнительных проектировочных решений, связанных с детальным анализом расчетных акселерограмм (расчет разницы собственных колебаний проектируемого строения и грунтов), для нормального класса строения сейсмичность площадки для наиболее опасных зон ВОЗ на глубине заложения фундамента не превышает 7,3 балла для T=500 лет.

**Таблица 1**

**Обобщенная СГМ площадки многоэтажного жилого комплекса по ул. Железнодорожная**

№ п/п	Характеристика грунта	Мощность слоя	Плотность	V <sub>p</sub> , м/с	V <sub>s</sub> , м/с
1	Почва глинистая, суглинистая, насыпной грунт	1,5	1,65	–	–
2	Суглинок лессовый, посадочный, макропористый, известковистый, неводонасыщенный	2,0	1,74	700	350
3	Суглинок лессовый, опесчаненный твердый и полутвердый, тугопластичный, водонасыщенный	3,0	1,88–2,00	1500	550
4	Переслаивание глин, суглинков и песков	8,0	2,04	1500	600
5	Пески кварцево-слюдистые, разной крупности, водонасыщенные, плотные с прослоями глин небольшой мощности с включением гравия и гальки	∞	2,05	1600	800

**Таблица 2**

**Расчетные количественные характеристики сейсмических воздействий (по п. 2.2.(б) СНиП II-7-81) для карты ОСР-97 В**

№ п/п	Зоны ВОЗ	Период повторяемости					
		T=1000 лет					
		На поверхности			На глубине 3,5 м		
		a <sub>max</sub> , см/с <sup>2</sup>	T, с	I, балл	a <sub>max</sub> , см/с <sup>2</sup>	T, с	I, балл
1	Ахтырская и Азово-Майкопская	256	0,2	8,3	250	0,21	8,3
2	Домен (рассеянная сейсмичность)	240	0,13	8,2	222	0,16	8,1

**Результаты выполненных работ.** В ходе выполнения задания ООО ПГФ «Изыскатель» были проведены сейсморазведочные работы, сформирована сейсмогеологическая модель участка строительства и оценены характеристики сильных землетрясений из зон возможных очагов землетрясений региона. Были решены следующие задачи:

- составлена обобщенная сейсмогеологическая модель (СГМ) участка строительства;
- оценены характеристики сильных землетрясений из зон ВОЗ региона;
- проведено математическое моделирование параметров ожидаемых сейсмических воздействий.

**СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

Литература

1. Аптикаев Ф.Ф., Запольский К.К., Нерсесов И.Л., Штейнберг В.В. Интенсивность землетрясений и количественная характеристика колебаний грунта. Сейсмическое районирование территории СССР. – М.: Наука, 1980.
2. Отчет по инженерно-геологическим изысканиям на объекте «Многоэтажный жилой комплекс по ул. Железнодорожная в г. Краснодаре». ООО, ПКФ «Изыскатель», Москва. Заказ 07-1749.
3. Отчет об инженерно-геологических изысканиях на объекте «Многоэтажный жилой дом по ул. Сормовская/Тюляева в г. Краснодаре (у озера – 2)». ООО «ГЕО-ИНЖИНИРИНГ», г. Краснодар.
4. Оценка влияния грунтовых условий на сейсмическую опасность. Методическое руководство по сейсмическому микрорайонированию. Отв. ред. О.В. Павлов. – М.: Наука, 1988. – 223 с.
5. РСН 60-86. Республиканские строительные нормы. Сейсмическое микрорайонирование.
6. СНиП II-7-81\*. Строительство в сейсмических районах. Госстрой России. – М.: 2000.
7. СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. – М.: 1997.
8. СНКК 22-301-2000 (ТСН 22.302-200 Краснодарского края). Строительство в сейсмических районах Краснодарского края.
9. СП 11-02-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть 1. Общие правила производства работ. – М.: 1997.
10. Штейнберг В.В. Колебания грунта при землетрясениях // Вопросы инженерной сейсмологии. – Вып.31. – М.: Наука, 1990. – С.47–67.

**ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ГРАВИТАЦИОННОГО ОПОЛЗНЯ ПО НАБЛЮДЕННЫМ И  
РАСЧЕТНЫМ СЕЙСМИЧЕСКИМ КОЛЕБАНИЯМ НА ПОВЕРХНОСТИ**

**А.А. Ислямова**

Научный руководитель д.ф.-м.н. М.М. Немирович-Данченко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Как показывает опыт, гравитационные оползни образуются в результате некоторых интенсивных воздействий естественного или техногенного характера. Оползневые тела формируются на достаточно крутых склонах – более  $15^\circ$ , хотя практически наблюдаются случаи медленного оползания крупных массивов по незначительным уклонам [1]. Как правило, для большинства оползней характерно так называемое "зеркало скольжения" – некоторый слой, часто очень тонкий, обладающий пониженным сопротивлением сдвигу. Собственно процесс сползания – это чередование зацепов частиц вышележащей массы за подстилающую поверхность и соскальзывание этих зацепов. Другими словами, активный оползень можно представить в виде непрерывной череды сдвиговых трещин на подошве оползня. Сейсмические проявления такого процесса – это поле акустической эмиссии, излучаемое трещинами сдвига. Эти очевидные соображения и легли в основу численного моделирования оползневого процесса в той его части, которая, на наш взгляд, достаточна для получения предварительных представлений об особенностях акустической эмиссии, сопутствующей активному оползнеопасному склону.

Для математического моделирования тело оползня было представлено в виде однородного изотропного прямоугольного параллелепипеда (призмы) с квадратным основанием. К верхней грани параллелепипеда, то есть к плоскости  $Z = 0$ , приложено постоянное по времени и одинаковое во всех точках грани усилие, направленное вдоль оси  $Y$ . На боковых гранях модели напряжения отсутствуют. В расчетах все тело разбивается на кубические ячейки, каждая из которых является элементом расчетной сетки.

Нижняя грань призмы соответствует формирующейся поверхности скольжения. Для моделирования ослабленной зоны задается условие, что некоторая часть ячеек на нижней грани в начальный момент времени способна свободно скользить в направлении, совпадающем с осью  $Y$ , не испытывая трения, остальные ячейки закреплены жестко, без возможности двигаться. Распределение закрепленных ячеек задано случайным образом. Описанные граничные условия на нижней грани в совокупности с входными параметрами на верхней грани приводит к концентрации напряжений на поверхности скольжения.

Во время расчета ставится условие, что в момент достижения в жестко закрепленной ячейке заданного порогового (критического) значения напряжения (компоненты  $\sigma_{yz}$  тензора напряжений), она получает возможность свободно двигаться в направлении  $Y$ , то есть возникает трещина сдвига. Конкретная величина критического напряжения в нашей постановке задачи принципиальной роли не играет, так как влияет лишь на амплитуду излучаемых импульсов. Таким образом, задача решается в динамической постановке с переменными граничными условиями на грани  $z = H$ .

При расчетах были выбраны следующие параметры модели: толщина параллелепипеда  $H = 20$  м, сторона его основания  $L = 200$  м, скорость продольной волны  $V_p = 1000$  м/с, скорость поперечной волны  $V_s = 500$  м/с, плотность  $\rho = 2200$  кг/м<sup>3</sup>. Шаг расчетной сетки (сторона кубических ячеек) равнялся 0,5 м.

Проведенное моделирование показало, что за счет заданных усилий на верхней грани возникают концентрации напряжений модельной призмы на подошве. В момент достижения в какой-либо расчетной ячейке установленного критического напряжения происходит формирование трещины сдвига. Образование трещин сдвига, в свою очередь, приводит к высвобождению энергии упругих волн, возникают вторичные источники сейсмических колебаний, распределенные по нижней грани модели случайным образом.

Образование трещин сдвига происходит случайным образом. Поэтому полученные в расчетах эпицентры источников акустической эмиссии (АЭ) на плоскости  $Z = 0$  распределены также. В результате работы алгоритма

возможно построить волновое поле для расчетной области в некоторый момент времени  $T^*$ . Выбранный момент времени соответствует двойному времени прихода прямой волны от первого источника, и, таким образом, почти исключает влияние границ расчетной области. На рис. 1 приводится пространственная волновая картина в расчетной призме для фиксированного момента времени  $T^*$ .

При проведении расчетов полагалось, что единственный трехкомпонентный приемник установлен в центре плоскости  $Z = 0$ .

Колебания точки, в которой установлен приемник, будут складываться как из колебаний в волнах, пришедших непосредственно от источников АЭ, так и из волн, претерпевших преломление-отражение на гранях конечной модели.

Для изучения особенностей поляризации импульсов сейсмоакустической эмиссии на верхней грани модели были проанализированы результаты расчетов для трех компонент скорости смещения в точке этой поверхности с координатами  $(0, L/2, 0)$ . Пример поляризационной кривой, построенной по результатам этих расчетов для плоскости  $(X, Y)$  и отображающей траектории движения частиц модельной среды на поверхности  $Z = 0$ , приведен на рис 2, с. Поляризационные кривые, приведенные на рис. 2, а и b, получены при полевых наблюдениях [2]: в первом случае запись производилась на поверхности, не подверженной оползневым процессам, во втором – на оползнеопасном участке.

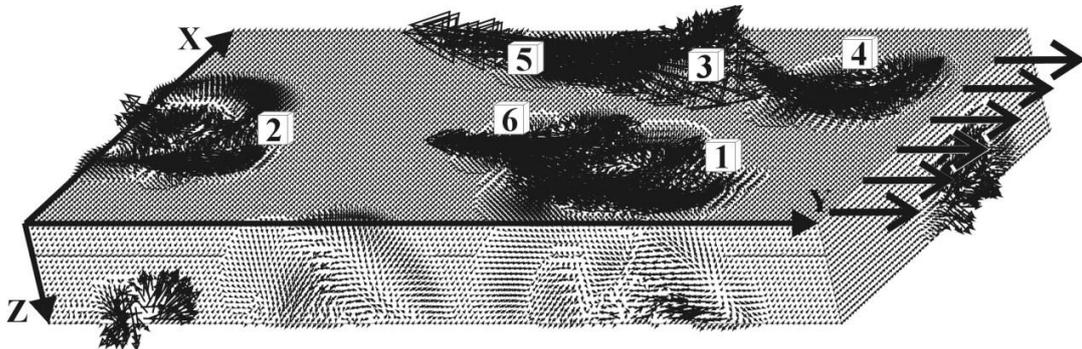


Рис. 1 Полное волновое поле для некоторого момента времени. Стрелками обозначено направление постоянно приложенной нагрузки. Цифры показывают очередность очагов АЭ.

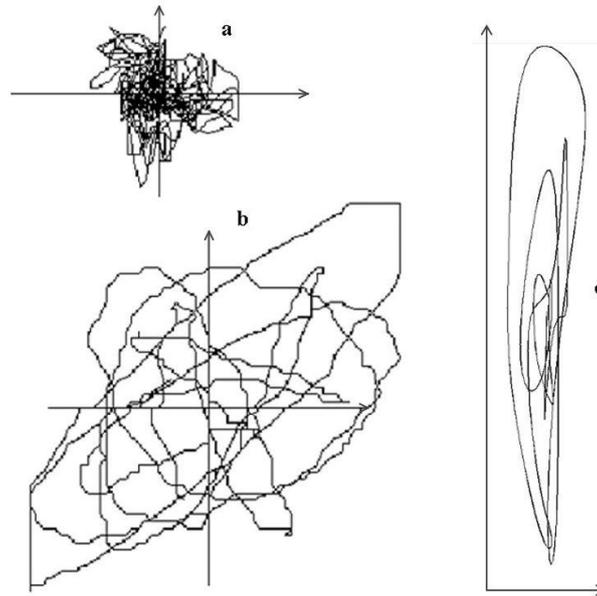


Рис. 2 Запись колебаний точки на поверхности оползня в плоскости  $(X, Y)$  а) не активного, б) активного, с) при компьютерном моделировании

Заметно, что в случае стабильного склона наблюдаемые колебания не имеют ярко выраженного направления, в то время как при активных оползневых процессах траектория вытянута в направлении примерно  $45^\circ$ , что означает преимущественное движения частиц склона в направлении ЮЗ-СВ. Аналогично, полученная при моделировании кривая наглядно иллюстрирует, что направление поляризации колебаний примерно совпадает с направлением оси  $Y$ , что соответствует поставленной задаче приложения усилия к верхней грани призмы по данной оси.

Таким образом, в работе показано, что в точке в середине верхней грани (точка была выбрана для исключения краевых эффектов) характерной особенностью является поляризация акустической эмиссии в направлении склона. Данные математического моделирования согласуются с полевыми наблюдениями.

**СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

Расчеты подобного рода могут лежать в основе экспериментальных методик, направленных на обнаружение геологических тел, находящихся в нестабильном состоянии, подверженных постепенному деформированию и разрушению с излучением сейсмических волн. Данное поведение геологических объектов часто предшествует активизации оползневому процессу и перерастанию медленного разрушения в катастрофически быстрое.

Литература

1. Айтматов И.Т., Кожоголов К.Ч., Никольская О.В. Геомеханика оползнеопасных склонов. – Бишкек: Изд-во "Илим", 1999. – 208 с.
2. Меркулов В. П., Зятев Г. Г., Никольский А. А. Методика изучения и прогнозирования оползневых процессов комплексом геофизических методов // Геофизические методы при разведке недр и экологических исследованиях. – Томск: Изд-во ТПУ. – 1996. – С. 109–120.

**ИСТОРИЯ ПОЯВЛЕНИЯ, РАЗВИТИЯ И СТАНОВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ**

**П.А. Калейчик**

Научный руководитель доцент А.П. Гусев

**УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,  
г. Гомель, Республика Беларусь**

Электроразведка – это совокупность методов изучения строения Земли и поисков месторождений полезных ископаемых, основанных на исследовании естественных или искусственных электромагнитных полей и свойств. Она имеет одну из ключевых ролей в системе геофизических наук. Первые признаки открытия данной науки появились в середине XVIII века, но основное становление началось только в середине-конце XIX века. Этот факт можно связать с началом научно-технической революции. На дальнейшее развитие повлияла мировая политическая обстановка. Мировые научные школы развивались разобщенно. Ведущую роль захватила французская школа, позднее дав начало советскому периоду изучения.

Говоря о земных электрических процессах в широком понимании, мы находим истоки учения об электричестве Земли в трудах великого русского ученого, основателя Московского университета М.В. Ломоносова. Другим пионером изучения электрического поля Земли был американский просветитель, государственный деятель и ученый Бенджамин Франклин. Как естествоиспытатель он известен, в основном, разработкой теории электричества. Его опыты по изучению электричества относятся к 1747-1754 гг.

В области прикладной геоэлектрики – электроразведки – первые полевые наблюдения были выполнены в 1830 г. Английский естествоиспытатель Р.В. Фокс обнаружил явление естественной поляризации в породах. Однако, он не связал существование естественного электрического поля с рудными залежами. Он полагал это поле универсальным, присущим всей Земле явлением. Рудные жилы рассматривались им лишь как коллекторы и проводники этого общего поля. Поэтому его исследования и дальнейшие попытки в этом направлении не имели последующего значения.

Важнейшую роль в развитии прикладной электроразведки сыграли исследования, проведенные группой французских исследователей, возглавляемой ученым-физиком Конрадом Шлюмберже. В 1912-1914 гг. он создал и практически опробовал один из основных методов электроразведки – метод вертикальных электрических зондирований (ВЭЗ). Предложенная им методика полевых работ и интерпретации получаемых данных оказалась настолько простой и в то же время совершенной, что метод ВЭЗ в своем первоначальном виде применялся до 50-х гг. для структурных исследований, а в малоглубинном варианте он в несколько усовершенствованном виде используется до сих пор. Помимо этого, основные идеи, на которых до сих пор базируется теория интерпретации всех электромагнитных зондирований, были также впервые обоснованы и использованы К. Шлюмберже. В их число входит использование горизонтально-слоистой модели Земли, кривых кажущегося сопротивления, билогарифмических бланков для их отображения, палеток для интерпретации. Помимо ВЭЗ, фирмой Шлюмберже был разработан и опробован еще один метод постоянного тока – метод электрического профилирования (ЭП). В 1913 г. на месторождении Сен-Беле К. Шлюмберже впервые применил метод естественного поля (ЕП) в варианте, близком к современному. Им также была впервые высказана идея использования вызванной поляризации руд с геологическими целями, на основе которой позднее был создан метод вызванной поляризации (ВП). В 1923 г. фирма Шлюмберже организовала крупные по масштабам того времени электроразведочные работы по изучению нефтеносных структур в Румынии. Здесь с ними работал выдающийся румынский геофизик Стефанеску. В 30-х гг. фирма начала работы в СССР. В 1934 г. с ней был заключен контракт, и вся группа ученых во главе с К. Шлюмберже переехала в Россию. Многие студенты и молодые ученые работали бок о бок с ними, поэтому можно сказать, что роль французской электроразведки в становлении отечественной оказалась весьма значительной. В 1937 г. сотрудники фирмы были обвинены в шпионаже, тех, кто обладал французским гражданством, выслали из страны, остальных арестовали.

Появление электроразведки в СССР во многом обязано трудам профессоров Ленинградского университета, в первую очередь А.А. Петровского. Под его руководством к 1924 г. независимо от фирмы Шлюмберже, чьи работы не публиковались, была разработана теория, методика и аппаратура метода ЕП. Также он занимался развитием и внедрением методов постоянного тока (ВЭЗ, ЭП) и ондометрии (так раньше назывались методы высокочастотного переменного тока). Под руководством А.А. Петровского и В.Р. Бурсиана в 1924-25 гг. были выполнены съемки методом ЕП и методом эквипотенциальных линий, основанном на картировании линий

равного потенциала электрического поля, на рудных месторождениях Алтая, Урала, Казахстана и в других районах. А также именно он первым изучал возможности трансформаций кривых ВЭЗ, используемых для наглядного представления результатов и качественной интерпретации зондирований. В 1932 г. вышел в свет учебник А.А. Петровского и Л.Я. Нестерова «Электроразведка постоянным током» – первый учебник по электроразведке[3]. Уже в рассматриваемом учебнике была указана необходимость того, чтобы геофизик был геологом и умел отмечать негеологические результаты интерпретации, что остается актуальным до сих пор. Такое умение позволяет уменьшить неоднозначность обратной задачи геофизики и, следовательно, повысить надежность интерпретации. «Электроразведка постоянным током» является первой в целой серии книг различных авторов, каждая из которых содержит достаточно полное и всестороннее описание одного из методов электроразведки[4].

Помимо А.А. Петровского к числу основателей советской электроразведки следует отнести Виктора Робертовича Бурсиана. Помимо создания и опробования новых методов, он разработал математические основы теории электроразведки с использованием искусственных полей. Ему удалось столь успешно определить круг задач, подлежащих рассмотрению, предложить пути их решения и систематизировать полученные результаты, что его работы по теории электроразведки выдержали испытание временем, на много лет вперед определив направления ее дальнейшего развития и оставаясь актуальными до наших дней. В 1933 г. В.Р. Бурсиан выпустил первую часть монографии «Теория электромагнитных полей, применяемых в электроразведке», посвященной теории электроразведки постоянным током и ставшей первым фундаментальным трудом по электроразведке [1].

Важное значение имели начатые в предвоенные годы исследования Александра Павловича Краева. Эти исследования были направлены на разработку теории низкочастотного метода электромагнитного глубинного зондирования земной коры. Результатом этой работы стало рождение одного из современных методов электроразведки – электромагнитного частотного зондирования (ЧЗ). В 1946 г. геоэлектрики ЛГУ с участием сотрудников ВИРГа осуществили первое в мире частотное зондирование земной коры. Краевым были детально рассмотрены электрические свойства горных пород. При этом им были учтены такие важные факторы, как анизотропия и неоднородности. Он одним из первых показал, что в электроразведке только малую часть пород можно рассматривать как однокомпонентную, большинство – как двухкомпонентные среды [2]. В то же время были начаты работы по разработке теории, аналогичной методу ЧЗ, в которой глубинность достигалась не уменьшением частоты поля, а увеличением времени его становления после мгновенного включения или, напротив, выключения постоянного тока. Такой метод получил название метода зондирования становлением поля (ЗС). Его разработка велась почти параллельно А.Н. Тихоновым в Москве и С.М. Шейнманном в Ленинграде.

С.М. Шейнманн, как и А.П. Краев, был учеником В.Р. Бурсиана. Он сыграл важную роль в развитии геофизики, занимаясь в разное время проблемами почти из всех известных областей электроразведки. С.М. Шейнманн рассмотрел упрощенную двухфазную модель горной породы, состоящую из твердой и жидкой фаз. Твердая фаза в этой модели представлена как непроводящим минеральным скелетом, так и проводящими включениями, объем которых невелик, но которые обычно и представляют собой основной объект поисков. Жидкая фаза представлена заполняющей поры водой с растворенными в ней солями. С точки зрения электроразведки лед, нефть, газы и пары воды могут быть также отнесены к твердой фазе, поскольку обладают высоким сопротивлением. Такая модель хорошо с точки зрения электромагнитных свойств среды аппроксимирует реальную породу и существенно упрощает все расчеты. В основном именно благодаря книге С.М. Шейнманна метод ВП стал широко применяться в рудной электроразведке, а также для решения гидрогеологических и экологических задач.

К тому времени также имела свое научное влияние московская школа геофизики, основанная выдающимся ученым А.И. Заборовским. Особую ценность представляют его книги: «Электроразведка» (1943 и 1963 гг.), «Переменные электромагнитные поля в электроразведке» (1960 г.), и многие статьи, которые составляют фундамент современной теории электроразведки. А.И. Заборовский подчеркнул, что электроразведка может применяться как для поиска и разведки полезных ископаемых, так и для инженерно-геологических и гидрогеологических целей. Можно с полным правом считать его одним из первых в СССР профессиональных электроразведчиков.

Теория и практика электроразведки испытала два резких скачка в своем развитии – после окончания Гражданской войны, когда были внедрены методы постоянного тока, и после Великой Отечественной, когда появились низкочастотные методы переменного тока. Второе издание книги А.И. Заборовского «Электроразведка» приурочено как раз к окончанию этого этапа и поэтому описывает практически все принципы, на которых базируется современная электроразведка. В совокупности с фундаментальным уклоном, выдержанным в этой работе, это делает ее актуальной и сейчас.

Завершая краткий обзор развития электроразведки (в частности, советской) можно разделить всю историю развития на 3 этапа.

Первый этап начался в послереволюционные годы в условиях полного господства геологических методов, имеющих ограниченные возможности. Именно тогда разработка и внедрение методов постоянного тока позволили резко повысить эффективность геологоразведочного процесса.

Второй этап относится к послевоенному периоду истории нашей страны. Повышение требований к геофизическим методам, появление новых задач в условиях жесткой конкуренции с сейсмическими методами привели к полному кризису старой глубинной электроразведки постоянным током. Внедрение низкочастотных индуктивных методов спасло положение и вновь вывело электроразведку в ряд ведущих геофизических методов.

Третий этап начинается в настоящее время. Очередной виток повышения требований привел к новым стандартам в детальности и надежности интерпретации. За счет того, что поле упругих волн имеет более простую структуру, чем электромагнитное поле, сейсмические методы смогли во многом удовлетворить этим требованиям. Электроразведка в этом отношении заметно отстала, и лишь в последние годы наметился прогресс как в области

**СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

усложнения интерпретационных моделей в рамках классической геоэлектрики, так и в области создания принципов применения высокоразрешающей неклассической геоэлектрики.

Литература

1. Бурсиан В.Р. Теория электромагнитных полей, применяемых в электроразведке (первое издание). – Ленинград: ГТТИ, 1933.
2. Краев А.П. Основы геоэлектрики. – Ленинград: Недра, 1965.
3. Петровский А.А., Нестеров Л.Я. Электроразведка постоянным током. – Ленинград: ГЕОЛГИЗ, 1932.
4. Семенов А.С. «Электроразведка методом естественного электрического поля. – Ленинград: Недра, 1968.

**ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММ DEEPSOIL, NERA, EERA ДЛЯ РАСЧЁТА СЕЙСМИЧЕСКИХ  
ВОЗДЕЙСТВИЙ  
М.Д. Кауркин**

К. Т. Н., главный специалист геофизической службы  
**ООО «Газпром геотехнологии», г. Москва, Россия**

Как широко известно, южной часть территории Российской Федерации и Дальнему Востоку характерна высокая сейсмичность. Согласно СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах (СНиП II-7-81\*)» при строительстве на территории с сейсмичностью 7 и более баллов необходимо проводить дополнительные исследования. В свою очередь, исследования для оценки сейсмической опасности по масштабу изучаемой территории разделяют на общее сейсмическое районирование, детальное сейсмическое районирование и сейсмическое микрорайонирование.

Общее сейсмическое районирование (ОСР) – это картирование сейсмической опасности в рамках территории страны. Комплект карт ОСР является частью СП 14.13330.2014 [1]. Результаты ОСР служат основой для выполнения детальное сейсмического районирования (ДСР), которое представляет собой совокупность работ по выявлению и изучению сейсмогенерирующих зон, сейсмические события в которых могут быть опасны для проектируемых сооружений. Завершающим этапом оценки сейсмической опасности является сейсмическое микрорайонирование (СМР). Задачей сейсмического микрорайонирования является оценка влияния местных условий (грунтовых, геоморфологических, гидрологических и геофизических) на возможное сейсмическое воздействие. Отчётным материалом СМР является карта (схема) сейсмического микрорайонирования площадки исследования и набор расчётных воздействий (акселерограмм, сейсмограмм, велосиграм) от потенциально опасных зон возникновения очагов землетрясений (ВОЗ).

Одним из этапов сейсмического микрорайонирования является моделирование реакций грунтовой толщи на ожидаемое сейсмическое воздействие. Полученные результаты играют важную роль в дальнейшем расчете и проектировании объекта строительства.

На данный момент разработано большое количество программных продуктов для расчёта ожидаемых сейсмических воздействий от землетрясений (Deepsil, SoilWorks, SHAKE, NERA, EERA и др.).

Кратко рассмотрим следующие программы для расчёта сейсмических воздействий: Deepsil, NERA и EERA.

*Программа EERA (Equivalent-linear Earthquake site Response Analyses of Layered Soil Deposits)* была разработана коллективом ученых J.P. Bardet, K. Ichi, C.H. Lin из Университета Южной Калифорнии в 2000 году. Она является развитием одной из первых программ (SHAKE, Schnabel et al., 1972) [5], разработанных для расчёта сейсмических воздействий. Программа EERA реализована в виде надстройки для Microsoft Excel, что в значительной степени облегчает работу и обработку результатов расчётов. Подробно алгоритм расчёта, применённый в программе EERA, приведён в технической документации [2]. Согласно инструкции к программе [2], для расчётов поведения грунта реализован эквивалентно линейный подход.

Входными данными для проведения расчёта в программе EERA является следующая информация: акселерограмма возможного землетрясения и сейсмогеологическая модель исследуемой площадки. В свою очередь, сейсмогеологическая модель задаётся системой слоёв, для каждого из которых приводятся мощность, скорости поперечных волн Vs, удельный вес ( $\gamma$  в кН/м<sup>3</sup>) и тип грунта – глинистый, песчаный или условно скальный. В соответствии с типом грунта в программе назначаются зависимости модуля сдвига и коэффициента демпфирования (поглощения) грунта, отражающие нелинейный характер связи между напряжением и деформацией.

*Программа NERA (Nonlinear Earthquake site Response Analyses of Layered Soil eposits)* была разработана J.P. Bardet и T. Tobita [3]. Реализована программа NERA аналогично EERA в виде надстройки для Microsoft Excel. В свою очередь, интерфейсы программ практически идентичны, ровно как требуемые входные данные и объём результатов расчёта (акселерограмма, велосиграмма, дисплограмма, график спектра реакции и т.д.). Можно сказать, что NERA является логическим развитием и совершенствованием программы EERA, которая детально была рассмотрена выше, поэтому не будем подробно останавливаться на рассмотрении всех аспектов. Отметим, что основное отличие NERA от EERA заключается в учёте механизма нелинейного поведения грунта при сильных сейсмических воздействиях.

*Программа Deepsil* была разработана под руководством проф. Youssef M.A. Hashash совместно с несколькими выпускниками и студентами Иллинойского Университета в Урбане-Шампейн, включая Duhee Park, Chi-Chin Tsai, Camilo Phillips, David R. Groholski, Daniel Turner, и Michael Musgrove [4].

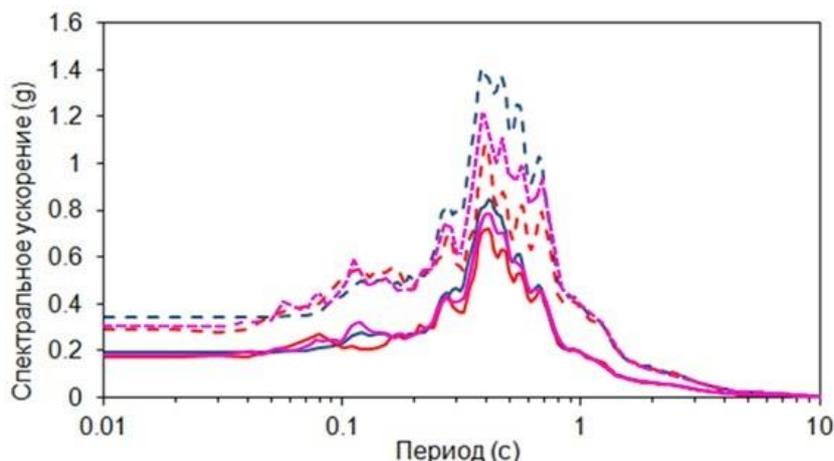
Выполняемая версия Deepsoil изначально была (1998-1999 гг.) разработана как программа MATLAB и позже (примерно с 1999 г.) переделана в выполняемую программу на языке Си (C based executable) с целью улучшения вычислительных свойств. Вскоре был добавлен визуальный пользовательский интерфейс. С этого момента программа постоянно совершенствовалась. В программе можно выбрать метод расчёта 1-D эквивалентный линейный (реализован в EERA) или 1-D нелинейный (реализован в NERA).

Отдельно стоит отметить, что в программе Deepsoil породы, так же, как в NERA и EERA, характеризуются двумя типами (глинистые и песчаные). Однако, в отличие от последних, программа содержит больше зависимостей для характеристики этих пород. Более подробно принцип работы программы приведен в технической документации [4].

Проведем сравнение программ, для этого произведем расчёты для идентичных входных данных (сейсмогеологическая модель среды, исходное сейсмическое воздействие). В качестве исходной акселерограммы была взята запись землетрясений LomaGilroy. Для проведения расчётов запись была отмасштабирована до уровней максимального пикового ускорения 0,1 и 0,2 g. В качестве сейсмогеологической модели была применена модель изначально (по умолчанию) указанная в программах NERA и EERA. Полученные результаты расчётов приведены на рисунке 1.

На рис. 1 видно, что спектр реакции, рассчитанный в программе Deepsoil, существенно отличается от полученного в NERA. Одной из причин различия полученных результатов может являться наличие в сейсмогеологической модели пластов, представленных песчаными грунтами, для характеристики которых в программах были применены не полностью идентичные зависимости модуля сдвига  $G$  и коэффициента затухания  $\xi$  от деформации  $\gamma$ .

Показанные на рис. 1 результаты были получены в программах Deepsoil и NERA для нелинейного типа анализа, это, в свою очередь, является главной причиной их отличия от расчётов в EERA.



**Рис. 1** Спектры реакции, рассчитанные в программах NERA (красный), EERA (синий), Deepsoil (фиолетовый) для различных по интенсивности входных сейсмических воздействий (сплошные линии 0,1 g; пунктирные 0,2 g)

Подводя итог, можно сказать, что при сравнении программ NERA и EERA с Deepsoil последняя из перечисленных является более продвинутой и современным инструментом для решения задач сейсмического микрорайонирования. Действительно, программа Deepsoil позволяет решать задачи, которые по отдельности реализованы в NERA и EERA, кроме этого, наличие более удобного интерфейса и большого количества зависимостей  $G$  и  $\xi$  от  $\gamma$  для характеристики горных пород значительно облегчают процесс расчёта и повышает его точность.

#### Литература

1. СП 14.13330.2014. Строительство в сейсмических районах. Министерство строительства и ЖКХ РФ. – М., 2014. – 125 с.
2. Bardet J.P., Ichii K., Lin C.H. User's manual for EERA: a computer program for equivalent-linear earthquake site response analysis. – Los Angeles, California, USA: University of Southern California, 2000. – 40 p.
3. Bardet J.P., Tobita T. NERA: a computer program for nonlinear earthquake site response analyses of layered soil deposits. – Los Angeles, California, USA: University of Southern California, 2001. – 44 p.
4. Hashash, Y.M.A., Musgrove, M.I., Harmon, J.A., Groholski, D.R., Phillips, C.A., and Park, D. "DEEPSOIL 6.1, User Manual" // Board of Trustees of University of Illinois at Urbana-Champaign. – Urbana, IL, 2016.
5. Schanbel P. B., Lysmer J. and Seed H.B. SHAKE: A computer program for earthquake response analysis of horizontally layered sites // Earthquake Engineering Research Center, Report No. UCB/EERC72/12. – University of California, Berkeley. – 1972. – 102 p.

СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

**ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКОГО МИКРОРАЙОНИРОВАНИЯ НА  
ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА В АКВАТОРИИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ**

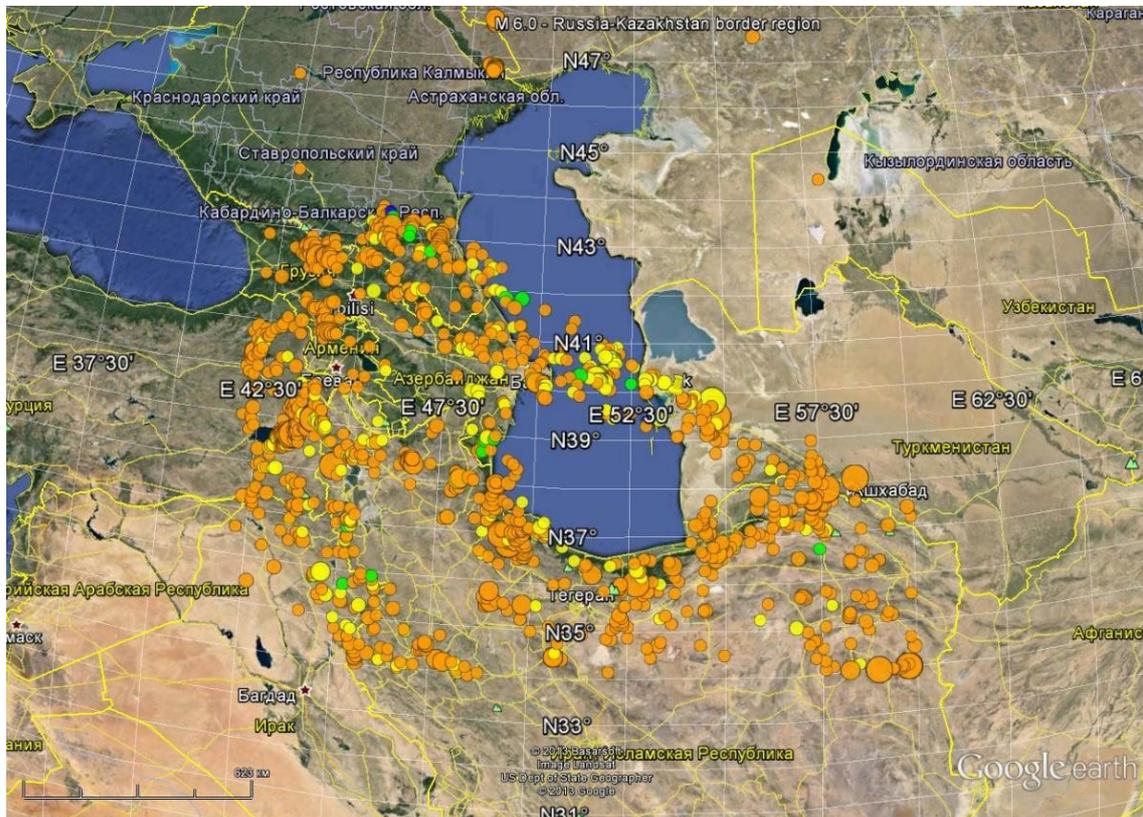
**М.Д. Кауркин\*, В.В. Несынов\*\*, Д.О. Андреев\*\***

**\* к. т. н., главный специалист геофизической службы ООО «Газпром геотехнологии»,  
г. Москва, Россия**

**\*\* младший научный сотрудник, инженер-исследователь ИГЭ РАН, г. Москва, Россия**

В настоящее время активно ведётся добыча углеводородов на шельфе Каспийского моря. Множество морских буровых платформ уже установлены и приступили к добыче. Однако не стоит забывать, что среди возможных угроз природного характера, актуальных для добывающих платформ, особое место занимает сейсмическая опасность. При сильном землетрясении возможно нарушение устойчивости платформы, что в свою очередь приведет к повреждению эксплуатационной колонны и аварийной ситуации.

При рассмотрении карты эпицентров землетрясений данного региона (рис. 1) можно заметить, что для северной части Каспия характерна невысокая сейсмичность, однако средняя и южная части кардинально отличаются от неё. Так, севернее параллели 43° за период инструментальных наблюдений не было отмечено землетрясения с магнитудой  $M \geq 3,5 \div 4,0$ . Согласно историческим данным здесь также не отмечались ощутимые землетрясения от местных очагов. Сейсмическая опасность в Северном Каспии обусловлена в основном «транзитными» толчками от землетрясений с эпицентрами в удаленных зонах – Дагестанской ( $M \geq 6,0 \div 7,5$ ) и Кавказ-Копетдагской ( $M$  до 8,0). В свою очередь между 39° и 40° параллелями происходили и будут происходить землетрясения с магнитудами в очаге до 7,0-7,5 (например, землетрясение с магнитудой 6,6 и интенсивностью 8-9 баллов в эпицентральной части, произошедшее в Дагестане 14 мая 1970 г.).



**Рис. 1 Карта эпицентров землетрясений Каспийского региона по данным NEIC (Национального центра информации о землетрясениях Геологической службы США) [2].**

На данный момент не разработаны нормативные документы, регламентирующие состав работ по оценке сейсмической опасности на шельфе или акватории. В связи с этим все работы проводились в соответствии с СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах (СНиП II-7-81\*)» [1].

В целом работы по сейсмическому микрорайонированию акватории не должны существенно отличаться от аналогичных работ на суше в связи со схожестью явления и процессов. Однако для работ по сейсмическому микрорайонированию акватории характерен ряд проблем:

- недостаточное количество сейсмологической информации;
- трудности в организации и проведении исследований на дне акватории;
- отсутствие записей сильных землетрясений донными станциями;
- проблемы в получении значений скоростей продольных и поперечных волн.

Список всех проблем не ограничивается только этими пунктами. Отдельно стоит отметить, что при исследованиях на шельфе необходимо принимать во внимание и такие явления, связанные с сейсмической активностью, как образование зон разжижения грунта, подводные оползни, цунами и др. Изучение всех явлений, возможных при землетрясении, требует дополнительных исследований, что в конечном итоге приводит к увеличению стоимости инженерных изысканий в целом. Всё вышесказанное ещё раз доказывает необходимость разработки нормативной базы для оценки сейсмической опасности на акватории.

Работы по сейсмическому микрорайонированию некоторых объектов нефтегазового комплекса, расположенных на шельфе Каспийского моря, были выполнены лабораторией инженерной геофизики и сейсмического микрорайонирования Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геоэкологии им. Е.М. Сергеева Российской академии наук. Исследования по каждому отдельному объекту условно можно разделить на два крупных этапа: уточнение исходной (фоновой) сейсмичности района и сейсмическое микрорайонирование.

Уточнение исходной сейсмичности производилось на основании уточнённых карт общего сейсмического районирования, разработанных в Институте физики Земли им. О. Ю. Шмидта и результатах предыдущих исследований. Результатом работ служит уточнённое значение максимальной интенсивности сейсмических сотрясений с точностью до десятых доли балла требуемой повторяемости событий.

Сейсмическое микрорайонирование проводилось комплексом методов, среди которых: метод инженерно-геологических аналогий, сейсмических жесткостей, расчётный метод. Результатом этого этапа являются карты сейсмического микрорайонирования с различным периодом повторяемости сотрясений и набор синтезированных акселерограмм (три компоненты колебаний  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ ), учитывающий воздействие от наиболее опасных зон возникновения землетрясений.

#### Литература

1. Кауркин М.Д., Несынов В.В., Андреев Д.О. Расчёт сейсмических воздействий для места постановки самоподъемной плавучей буровой установки «Нептун» с целью обеспечения геоэкологической безопасности // Сергеевские чтения. Геоэкологическая безопасность разработки месторождений полезных ископаемых: материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии в рамках Года экологии в России. – Научный совет РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. – 2017. – С. 509-514.
2. Миндель И.Г., Севостьянов В.В., Трифонов Б.А., Кауркин М.Д. Особенности сейсмических воздействий на шельфе Северного и Среднего Каспия с учетом исходной сейсмичности и грунтовых условий // Инженерные изыскания. – 2017. – № 6-7. – С. 108–117.
3. СП 14.13330.2014. Строительство в сейсмических районах. Министерство строительства и ЖКХ РФ. – М.:2014. – 125 с.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ИСТОРИИ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ В СКВАЖИНАХ ПАРАБЕЛЬСКОГО МЕГАВЫСТУПА

М.С. Кириллина

Научный руководитель доцент Г.А. Лобова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

**Введение.** Тепловое поле Земли оказывает существенное влияние на ход превращения исходного рассеянного органического вещества (РОВ) в материнской свите, а также контролирует их мобильность в миграционных процессах и фазовое состояние углеводородов [1, 4, 5]. Зная значение плотности теплового потока из основания разреза, можно восстановить термическую историю нефтепроизводящей толщи, что позволит выявить степень реализации генерационного потенциала нефтематеринских отложений и определить перспективы изучаемых объектов. Для восстановления термической истории нужны данные о плотности теплового потока из основания осадочного разреза – фундаментального геодинамического параметра. Работа проводится в рамках подготовки построения карты теплового потока по Томской области.

**Цель настоящих исследований** – рассчитать плотность теплового потока и восстановить палеотемпературные условия генерации нефти в баженовской свите в скважинах Парабельская-3 (индекс на карте Пар-3) и Нарымская-2 (индекс на карте Нар-2) (рис. 1).

**Характеристика объекта исследований.** Парабельский мегавыступ располагается в юго-восточной части Западно-Сибирской плиты (Томская область). На всей территории исследования распространена верхнеюрская баженовская свита ( $J_{3n}+K_{1b1}$ ), которая является основной нефтепроизводящей толщей в разрезе юго-востока Западной Сибири. В пределах Парабельского мегавыступа при бурении опорной скважины на Колпашевской площади впервые в Западно-Сибирской мегапровинции была установлена нефтегазоносность разреза в верхнепалеозойских отложениях.

**Исходными данными** для решения обратной задачи геотермии являются геотемпературы, полученные при испытании скважин, проведении геотермических исследований, и палеотемпературы, определенные по отражательной способности витринита с учетом времени максимального прогрева разреза. Важное значение при определении плотности теплового потока имеет надежность исходных термических данных. Поэтому в модель закладываются температуры, прошедшие тщательный анализ и отбраковку. Геотемпературы с каротажной диаграммы ОГГ снимаются в интервалах монотонного характера кривой. Моделирование проводится в несколько

**СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

итераций с различным сочетанием используемых температур. В качестве исходных геотемператур используются только температуры, измеренные при существенном притоке флюида в скважину, когда забойная температуры приближается к значению пластовой. Палеотемпературы, рассчитанные по отражательной способности витринита по способу, предложенному В.И. Исаевым и др. в работе [1], используются в качестве «измеренных» с указанием времени абсолютного максимума палеотемпературы. Для скважины Парабельская-3 мы использовали пластовую температура, которая снята на глубине 2080 м и составляет 95 °С, так как для расчетов принимаются значения, снятые при значительных дебитах флюида из интервалов испытаний. Палеотемпература, рассчитанная по отражательной способности витринита ( $R_{\text{vt}}$ ), взята из близлежащей скважины Парабельская-2. Для скважины Нарымская-2 использованы только температуры, снятые с диаграммы ОГГ.



**Рис. 1** Положение моделируемых скважин на Парабельском мегавыступе (на основе [5] с дополнениями): 1 – моделируемые скважины с использованием геотемператур: а) пластовых, полученных при испытании скважин, снятых с картажных диаграмм ОГГ и пересчитанных из ОСВ, б) снятых с картажных диаграмм ОГГ; 2 – моделируемая скважина: в числителе – индекс на карте, в знаменателе – расчетный тепловой поток

**Методика исследований.** Для того чтобы рассчитать значение плотности теплового потока из основания разреза и восстановить палеотемпературные условия формирования баженовской свиты, применяется компьютерная технология ТеплоDialog [2]. Компьютерная технология «ТеплоDialog» позволяет выполнить палеотемпературное моделирование, сопряженное с палеотектоническими реконструкциями с учетом изменения температуры на поверхности Земли в геологическом прошлом [3]. Палеотемпературное моделирование включает решение обратных задач нестационарной геотермии с подвижной границей – расчет значений теплового потока из основания. Для каждой скважины создается модель, учитывающая литологию, мощность свит и время их накопления. После того, как определен тепловой поток из основания осадочного чехла, решаем прямую задачу, которая основана на восстановлении термической истории баженовской свиты и их временных аналогов на 18 ключевых моментов геологического времени (на начало/завершение формирования свит). По геотемпературному критерию [1] выделены очаги интенсивной генерации баженовских нефтей (табл. 1). Пороговые температуры, определяющие границу очага генерации нефти баженовской свиты – 85 °С. Смещение зоны в шкале катагенеза зависит от соотношения РОВ в материнской свите. В баженовской свите РОВ представлено сапропелевой составляющей.

*Таблица*

**Расчетные температуры баженовской свиты для скважин Парабельская-3 и Нарымская-2**

Время, млн. лет назад	"Местный" вековой ход температур на поверхности Земли, °С [4]	Глубина положения баженовской свиты, м	Геотемпература баженовской свиты в скважине Парабельская-3, °С	Глубина положения баженовской свиты, м	Геотемпература баженовской свиты в скважине Нарымская-2, °С
0	0	2334.5	73	2391	76
1.64	2.5	2323.5	76	2380	80
4.71	4.2	2322.5	78	2379	81
24	4.5	2321.5	78	2379	82
32.3	9.5	2301.5	82	2362	86
41.7	20.3	2232.5	91	2293	94
54.8	20.5	2159.5	88	2255	93
61.7	19.7	2135.5	86	2206	90
73.2	19.2	2036.5	82	2036	84

**Заключение.** Плотность теплового потока из основания разреза в скважине Нарымская-2 составила 47 мВт/м<sup>2</sup>, в скважине Парабельская-3 – 46 мВт/м<sup>2</sup>. Палеотемпературное моделирование показало, что время

генерации углеводородов в разрезе скважины Нарымская-2 составило 29,4 млн. лет, а в скважине Парабельская-3 – 20 млн. лет. В настоящее время баженовская свита вышла из «нефтяного окна». При испытании этих скважин притока углеводородов не получено.

#### Литература

4. Бурштейн Л.М., Жидкова Л.В., Конторович А.Э., Меленевский В.Н. Модель катагенеза органического вещества (на при мере баженовской свиты) // Геология и геофизика. – 1997. – Т. 38. – № 6. – С. 1070–1078.
5. Исаев В.И. Интерпретация данных гравиметрии и геотермии при прогнозировании и поисках нефти и газа. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 172 с.
6. Исаев В.И., Рылова Т.Б., Гумерова А.А. Палеоклимат Западной Сибири и реализация генерационного потенциала нефтематеринских отложений // Известия Томского политехнического университета. – 2014. – Т. 324. – №1. – С. 93–102.
7. Степанова, С.С., Кириллина М. С., Меренкова А. С. Карта глубинного теплового потока нефтепромысловых районов Томской области // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXI Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, Томск, 3-7 апреля 2017 г.: в 2 т. – Томск: Изд-во ТПУ, 2017. – Т. 1. – С. 407–408.
8. Isaev V.I., Fomin A.N. Loki of generation of bazhenov- and togur-type oils in the southern Nyuro' ka megadepression // Russian Geology and Geophysics. – 2006. – N. 6. – pp. 731–743.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПАЛЕОМАГНИТНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ОТЛОЖЕНИЙ НИЖНЕМЕЛОВОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО КОМПЛЕКСА БОЛЬШЕХЕТСКОЙ ТЕРРАСЫ А.Ю. Колмаков

Научные руководители: доцент В.П. Меркулов, профессор В.П. Парначев  
*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

Различные виды геологических и петрофизических исследований ядра давно и прочно вошли в практику геолого-геофизических исследований нефтяных и газовых месторождений [5]. Но в большинстве случаев анализируются данные, полученные по произвольно расположенным в пространстве образцам горных пород, что приводит к неоднозначным решениям, особенно при изучении сложнопостроенных залежей углеводородов [2, 4, 8].

Проблемы, связанные с расчленением и корреляцией разрезов скважин при построении детальных геологических моделей месторождений нефти и газа, могут с достаточной степенью достоверности решаться при изучении пространственно ориентированного ядра палеомагнитным методом [3]. Палеомагнитный метод занимается определением относительного возраста горных пород с помощью вычисления направления первичной остаточной намагниченности [9]. Направление магнитного поля Земли меняется во времени вследствие инверсий, обусловленных изменением полярности. Промежутки времени между инверсиями в геологическом масштабе времени очень мал. При этом направление первичной остаточной намагниченности остается постоянным и соответствует периоду формирования самой горной породы. Соответственно, направление остаточной намагниченности может являться инструментом для разделения пород по времени образования. Остаточная намагниченность образцов несет в себе «отпечаток» времени формирования горных пород или их вторичного преобразования [1, 6, 9].

В осадочных горных породах, как правило, возникает ориентационная первичная остаточная намагниченность [7]. В связи с действием современного магнитного поля, возникает вязкая остаточная намагниченность, которая накладывается на ориентационную. В сумме они создают естественную остаточную намагниченность, которая современной аппаратурой может быть измерена с достаточно высокой точностью.

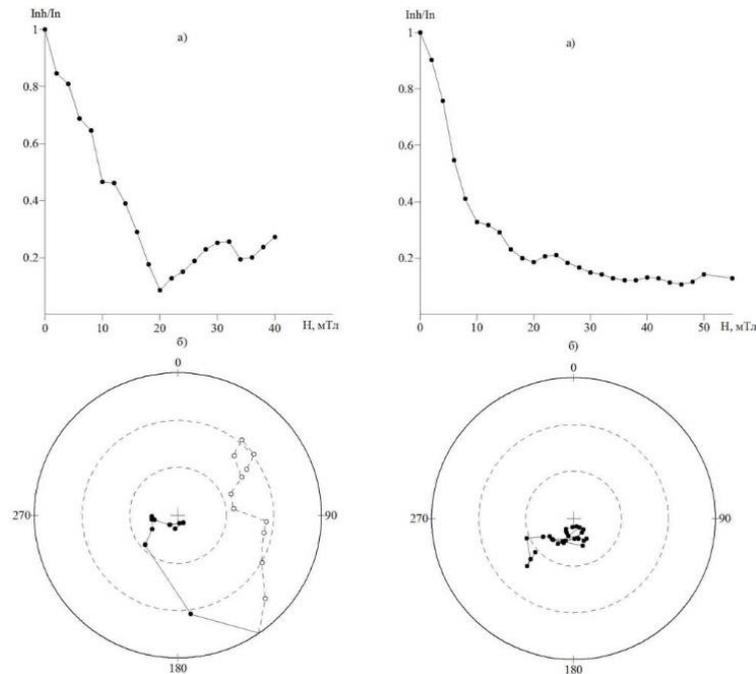
Опыт мировых палеомагнитных исследований говорит о том, что магнитная стабильность первичной остаточной намагниченности выше, чем вязкой. Последняя разрушается значительно быстрее, чем более устойчивая первичная. Изучение поведения векторов вязкой и первичной намагниченности в процессе экспериментов, связанных с воздействием переменного магнитного поля, позволяет решить задачу, непосредственно связанную с проблемами стратиграфического расчленения и корреляции нефтегазоносного комплекса отложений. Поскольку вязкая намагниченность была создана современным магнитным полем, то она традиционно используется для пространственной ориентации ядра скважин.

В качестве примера информативности палеомагнитных данных рассмотрим результаты исследований отложений берриас-валанжинского ярусов нижнего мела северо-восточной части Западно-Сибирской плиты. Отбор образцов производился из интервалов берриас-валанжинского возраста по равномерной схеме с шагом 1-1,5 м. При отборе образцов использовались данные магнитной восприимчивости, полученные с помощью капметра КТ-6. Измерения выполнены с шагом 0,2 м. Объектами исследования, по которым происходил отбор образцов, являлись: Пендомаяхская, Восточно-Сузунская, Восточно-Лодочная и Горчинская площади. Предварительно образцы были ориентированы в направлении «верх-низ».

Для анализа палеомагнитной стабильности была проведена «временная» магнитная чистка для компенсации влияния «лабораторной» вязкой намагниченности. Затем наиболее магнитные образцы (с наибольшей магнитной восприимчивостью) были пошагово (шаг 2 мТл) размагничены переменным магнитным полем. На основании экспериментальных данных были построены кривые размагничивания, которые показаны на рис. 1. По полученным кривым видно, что с увеличением переменного поля вектор остаточной намагниченности резко убывает. Это уничтожается вязкая намагниченность. Затем, после 20 мТл вектор остаточной

**СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

намагниченности с увеличением поля падает, но более медленно (рис. справа), либо возрастает (рис. слева). Это идет уничтожение основного компонента (ориентационной остаточной намагниченности). По стереограммам направлений намагниченности наблюдается первоначальная локализация точек в областях высокого наклонения ( $70^\circ - 80^\circ$ ) до амплитуд поля 20 мТл с постепенным переходом в область уменьшенных наклонений (как положительных, так и отрицательных) до значений  $\pm 30^\circ - 60^\circ$ . Направление  $I_n$  также стабилизируется при увеличении амплитуды переменного магнитного поля в области значений 35-60 мТл и существенно отличается от исходного и может иметь положительный или отрицательный знак по наклону (рис. 1). Согласно полученным результатам, в составе естественной остаточной намагниченности присутствуют два компонента: относительно нестабильный, разрушаемый при амплитудах переменного поля до 20 мТл и имеющий высокое положительное наклонение до  $70^\circ - 80^\circ$ ; стабильный компонент, сохраняющийся при увеличении амплитуды поля до 60 мТл и имеющий переменный знак наклонения в пределах  $\pm 30^\circ - 60^\circ$ .



**Рис. 1. Результаты размагничивания образца переменным магнитным полем:  
а) изменение модуля остаточной намагниченности, б) стереограмма направлений**

Ориентационная остаточная намагниченность может быть использована для определения полярности геомагнитного поля и построения палеомагнитных разрезов. После проведения полного пошагового размагничивания было проделано массовое размагничивание остальных образцов. Остаточная намагниченность была оценена при значениях переменного магнитного поля последовательно: 0, 20 и 40 мТл. Это позволило гораздо быстрее определить знак ориентационной остаточной намагниченности. При 20 мТл уничтожалась вязкая намагниченность. Затем для того, чтобы определить знак, проводился эксперимент с 40 мТл.

Для оценки направления первичного компонента и полярности геомагнитного поля анализировалось наклонение стабильного компонента по результатам экспериментов. Положительное наклонение стабильного компонента  $I_n$  в системе координат образца характеризует геомагнитное поле прямой полярности, отрицательное – обратной. Поскольку залегание исследуемых пород является практически горизонтальным (углы падения слоистости не превышают  $5^\circ$ ), такой подход представляется правомерным для оперативного заключения.

На основании полученных данных составлены палеомагнитные разрезы по изученным скважинам с выделением зон прямой и обратной полярности и проведена их корреляция с учетом имеющихся стратиграфических данных.

Сравнительный анализ показывает, что структуры палеомагнитных разрезов имеют знакопеременный характер, фиксируя зоны прямой и обратной полярности, и обладают достаточно большой степенью сходства в одноименных интервалах разрезов.

#### Литература

1. Бурдаков В.А., Меркулов В.П. Определение ориентации трещиноватости и слоистости для оптимального заложения скважин в палеозойском карбонатном коллекторе // Современные вызовы при разработке и обустройстве месторождений: Материалы научно-практической конференции. – Томск, 2011. – С. 40–41.
2. Ежова А.В., Меркулов В.П., Чеканцев В.А. Геологическая модель строения палеозойского фундамента Северо-Останинского нефтяного месторождения (Томская область) // Горный журнал. – Москва, 2012. – № 1 / Специальный выпуск. – С. 35–38.
3. Жабреев И.П., Стуканогов Ю.А. Зависимости нефтеотдачи от направления вытеснения нефти водой из анизотропных по проницаемости пластах // Геология нефти и газа. – Москва, 1992. – № 8. – С. 34–36.

4. Исаев Г.Д., Меркулов В.П., Краснощекова Л.А. и др. Методика исследования анизотропии юрских пластов на примере Ватъеганского месторождения // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – Москва, 2010. – № 10. – С. 37–43
5. Меркулов В.П., Краснощекова Л.А. Исследование пространственной литолого-петрофизической неоднородности продуктивных коллекторов месторождений нефти и газа // Известия ТПУ. – Томск, 2002. –Т. 305. — С. 296-304.
6. Палеомагнитология / Под ред. А.Н. Храмова, Г.И. Гончарова, Р.А. Комиссаровой. и др. – Л.: Недра, 1982. – 312 с.
7. Седиментология / Под ред. Р. Градзиньского, А. Костецкой, А. Радомского. – М.: Недра, 1980. – 646 с.
8. Тищенко Г.И., Зятев Г.Г., Меркулов В.П., Коптяев Н.В., Тищенко В.М. Опыт использования элементов залегания пород при моделировании залежей нефти и газа // Геология нефти и газа. – Москва, 1990. - № 10. – С. 28–32.
9. Физика горных пород / Под ред. Л.Я. Ерофеева, Г.С. Вахромеева, В.С. Зинченко, Г.Г. Номоконовой. – Томск.: Изд-во ТПУ, 2006. – 520 с.

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ АНИЗОТРОПИИ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПО ДАННЫМ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО КАРОТАЖА В СУБГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИНАХ

Е.В. Копытов

Научный руководитель доцент К. В. Сухорукова

*Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия*

Электрическая анизотропия горных пород проявляется в различии величины их удельного электрического сопротивления (УЭС) по разным направлениям. Простейшим примером анизотропной модели среды является трансверсально-изотропная модель, характеризующаяся различными величинами УЭС в плоскости напластования и в ортогональном направлении. Такая модель позволяет описать электрические свойства большей части терригенных разрезов, в том числе нефтесодержащих интервалов. Электрическая анизотропия глинистых пород объясняется упорядоченностью плоских глинистых частиц (микроанизотропия); менее выражена из-за большей изометричности зерен микроанизотропия песчаных пород. Чередование тонких глинистых и песчаных прослоев, или макроанизотропия, также может приводить к сильной анизотропии УЭС [1]. В последние десятилетия при разработке месторождений нефти и газа широко используется направленное бурение наклонных и горизонтальных скважин. Неучёт электрической анизотропии в таких скважинах может приводить к ошибкам определения как положения прибора, например, при геонавигации, так и сопротивления пород коллектора при оценке его флюидонасыщения. Данная работа посвящена изучению возможности восстановления вертикального и горизонтального УЭС по данным наклонных зондов высокочастотного электромагнитного каротажного зондирования (ВЭМКЗ).

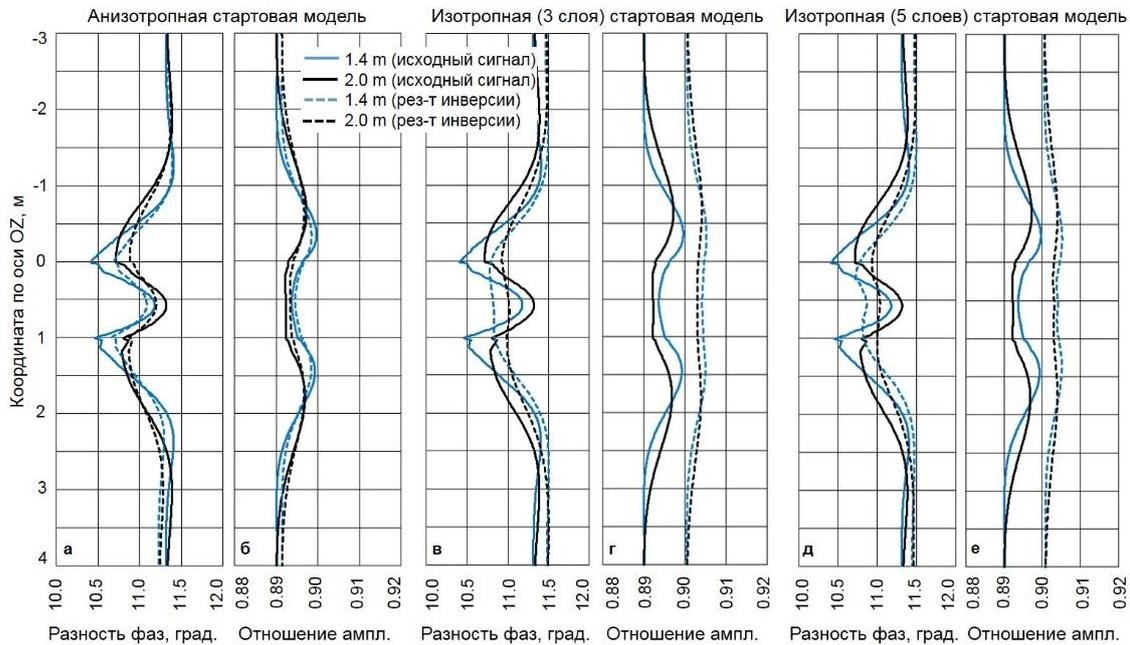
Определение флюидонасыщения коллектора является первостепенной задачей высокочастотного индукционного каротажа и решается посредством оценки сопротивления пород коллектора в ходе численной инверсии измеренных сигналов. Рассмотрим инверсию синтетических сигналов зондов ВЭМКЗ длиной 1.4 и 2.0 м, полученных в низкоконтрастной анизотропной модели коллектора мощностью 1 м с помощью программного обеспечения «InH» [2, 3] (рисунок). Инверсия проводилась в классе изотропных и анизотропных моделей с использованием различных стартовых приближений, подбираемые сигналы рассчитаны в трехслойной анизотропной модели среды с сопротивлением вмещающих пород 6 (горизонтальное сопротивление) / 12 (вертикальное сопротивление) Ом·м, пласта коллектора – 10/12 Ом·м и мощностью коллектора 1 м. Непрерывные черные и синие линии соответствуют зависимостям величин разности фаз (а, в, д) или отношения амплитуд (б, г, е) зондов ВЭМКЗ длиной 2 и 1.4 м соответственно, диаграммы построены от вертикальной глубины. Инверсия синтетических сигналов проведена методом Нелдера-Мида [4] с использованием различных стартовых моделей: а, б – трехслойная анизотропная модель с сопротивлением вмещающих пород 9.47/9.47 Ом·м и сопротивлением пород коллектора 9.5/9.5 Ом·м (инверсия в классе трехслойных анизотропных моделей); в, г – трехслойная изотропная модель с сопротивлением вмещающих пород 9.47 Ом·м и сопротивлением пород коллектора 9.5 Ом·м (инверсия в классе трехслойных изотропных моделей); д, е – пятислойная изотропная модель, сопротивления пластов в направлении увеличения глубины 9.47, 10.3, 9.5, 10.2, 9.47 Ом·м, положение границ –0.25, 0.25, 0.75, 1.25 м (инверсия в классе пятислойных изотропных моделей). Величины сопротивления пластов во всех стартовых моделях выбраны по диаграмме кажущегося сопротивления, вычисленного по данным зонда ВЭМКЗ длиной 2 м, в силу наименьшей зависимости его показаний от прискважинной зоны.

Стандартно мера близости подбираемых ("экспериментальных") данных и данных, рассчитанных на текущем шаге инверсии ("синтетических"), описывается целевой функцией невязки. Будем в этом качестве использовать среднеквадратичную невязку, принимающую следующий вид в случае независимых измерений:

$$F = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \frac{f_i^e - f_i^t}{f_i^e \left( \frac{\varepsilon_i^{\text{отн}}}{100} \right) + \varepsilon_i^{\text{abc}}} \right)^2},$$

**СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

где  $\varepsilon_i^{\text{отн}}$  – относительная погрешность  $i$ -го измерения;  $\varepsilon_i^{\text{абс}}$  – абсолютная погрешность  $i$ -го измерения  $n$  – число измерений,  $\vec{f}^t = (A_i^t, \Delta\varphi_i^t)$ ,  $\vec{f}^e = (A_i^e, \Delta\varphi_i^e)$  – векторы синтетических и экспериментальных данных. В данной работе приняты  $\varepsilon_{\Delta\varphi}^{\text{отн}} = 0$ ,  $\varepsilon_A^{\text{отн}} = 0$ ,  $\varepsilon_{\Delta\varphi}^{\text{абс}} = 0.1^\circ$ ,  $\varepsilon_A^{\text{абс}} = 0.003$ .



**Рис. 1** Результаты инверсии синтетических сигналов с использованием различных стартовых приближений. Низкоконтрастная модель среды, мощность коллектора – 1 м. Зенитный угол скважины 85°.

Так невязка между исходным сигналом и сигналом, подобранным в результате инверсии, в случае использования трехслойной изотропной стартовой модели составляет 2.55, а в случае использования аналогичной пятислойной модели – 2.49. Для сравнения, при использовании в качестве стартовой модели трехслойной анизотропной модели среды величина невязки составляет 0.66. Важно отметить, что введение дополнительных пластов в случае использования изотропной стартовой модели позволяет уменьшить величину невязки (тем не менее значительно большую, чем в случае использования анизотропной стартовой модели) и, тем самым привести интерпретатора к ошибочному мнению о существовании дополнительных пластов. Аналогичным образом рассмотрена инверсия сигналов длинных зондов ВЭМКЗ, полученных в низкоконтрастной модели коллектора мощностью 4 м и в высококонтрастных моделях коллектора мощностью 1 и 4 м.

На основе результатов численного моделирования проиллюстрирована необходимость совместного использования таких характеристик сигнала высокочастотных индукционных зондов как разность фаз и отношение амплитуд. Использование при инверсии отношения амплитуд сигналов наклонных зондов ВЭМКЗ позволяет повысить точность восстановления параметров анизотропии УЭС горных пород.

Если при инверсии в классе изотропных моделей значения отношения амплитуд, полученные в результате инверсии, плохо согласуются с экспериментальными, в то время как подобранные значения разности фаз близки к экспериментальным, то вероятнее всего предположение об изотропии свойств модели было неверным, т.е. проводить инверсию необходимо в классе анизотропных моделей.

Используемая целевая функция невязки, рассчитанная для всего интервал подбора, не показательна – часто необходим поточечный анализ расхождения исходных кривых и кривых, подобранных в результате инверсии, и проведение повторных итераций на участках с большим расхождением.

#### Литература

1. Каринский А.Д. Индуцированные заряды в микро и макроанизотропных средах и их влияние на электрическое поле в анизотропных пластах, пройденных скважиной // Геофизика. – 2010. – № 2. – С. 37–48.
2. Никитенко М.Н., Глинских В.Н., Сухорукова К.В. Программа для ЭВМ "Inv\_EM\_hor" численной инверсии данных электрического и электромагнитного каротажа в наклонных и горизонтальных скважинах: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ // Свид-во о прог. 2016614990; RU; № 2016612153, заявл. 15.03.2016, опублик. 12.05.2016.
3. Эпов М.И., Никитенко М.Н., Глинских В.Н., Сухорукова К.В. Численное моделирование и анализ сигналов электромагнитного каротажа в процессе бурения // Каротажник. – 2014. – № 11 (245). – С. 29–42.
4. Эпов М.И., Глинских В.Н. Электромагнитный каротаж: моделирование и инверсия. – Новосибирск: изд-во «Гео», 2005. – 98 с.

**ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ МЕСТОРОЖДЕНИИ УГЛЕВОДОРОДОВ  
В COTE-D'IVOIRE**

**Кпата Мак Эгни Ричмонд Элочж**

Научный руководитель д.ф.-м.н. М.М. Немирович-Данченко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

**Аннотация.** Нами изучены многоканальные сейсмические данные, зарегистрированные в зоне между Ивуарийским (рифтовым) бассейном и краевым хребтом Кот-д'Ивуар – Гана (сформированным в разрезе мелового изменения). Гребень состоит из осадочных последовательностей, продолжающихся и в рифтовых отложениях Кот-д'Ивуара. Клиноформные структуры предполагают рифтовую седиментацию, происходящую из бразильского кратона, который был расположен на юге в течение мелового периода.

После рифтообразования южная миграция трансформного движения изолировала хребет от бразильского шельфа. В западной части хребта полугрabenы земной коры были образованы путем рифтинга седиментации, что свидетельствует о важном процессе уменьшения трансформации.

**Провинция Гвинейского залива**, определенная Геологической службой США (USGS), состоит из прибрежных и морских районов Кот-д'Ивуара, Ганы, Того и Бенина и западной части побережья Нигерии, от границы с Либерией на востоке к западному краю дельты Нигера. В провинцию входят Кот-д'Ивуар, Тано, Центральный, Салтпонд, Кета и Бенин и Дамомейский лиман. До 1968 года в районе было разведано мало разведанных месторождений углеводородов, и до оценки USGS было обнаружено только 33 месторождения нефти и газа малого и среднего размера. Большинство открытий до 1995 года были расположены на глубинах менее 500 м. С 1995 года было сделано только восемь новых морских открытий с четырьмя открытиями в глубоководной зоне провинции.

Хотя в Провинции Гвинейского залива существует всего пять общих нефтяных систем, только одна, Меловая композитная общая нефтяная система и ее оценочная единица, Прибрежная равнина, имели достаточные данные для проведения оценки. Провинция показывает два важных отличия по сравнению с пассивными береговыми бассейнами к югу от дельты Нигера: (1) влияние трансформационной тектоники и (2) отсутствие испарения и деформации соли. В провинции также отсутствуют долгоживущие большие дельтовые системы, которые обычно приводят к захоронению быстрых источников и обильным высококачественным гидрокарбонатным резервуарам.

Краевые гребни имеют общие черты трансформации сегментов полей, в частности, на пересечении с расходящимися краями. Согласно многим предыдущим исследованиям, были охарактеризованы три основные морфологические провинции в пределах поля трансформации (рис.1): (1) глубокий бассейн Кот-д'Ивуара (также называемый ивуарийский бассейн), мощный осадочный бассейн, опирающийся на постепенно утончающуюся континентальную кору; (2) краевой хребет Кот-д'Ивуар-Гана (в дальнейшем называемый краевым хребтом) – выпуклый и удлиненный гребень с азимутом простирания примерно 65°, который появляется как линейное расширение зоны разломов Романче и обозначает границу между Кот-д'Ивуаром (к северу) и океанической абиссальной равниной Гвинейского залива (на юге); и (3) ганский континентальный склон, к востоку от области исследования.

Тектоническая и осадочная история края трансформации Кот-д'Ивуара-Ганы можно суммировать в трех основных эпизодах после рифтинга экваториальной Атлантики.

**Период рифтинга**, происходящий во время раннего мела, когда в этом районе доминировало истончение коры, что привело к созданию ивуарийского бассейна. В течение этого периода осадочная единица А была осаждена в бассейне, включая площадь будущего краевого хребта.

**Период пострифтогенеза**, предположительно, длящийся от образования верхнего альбского яруса до сеноманского возраста, в течение которого скручивающая тектоника действовала вдоль краевого хребта. Этот период соответствует осадке единицы В, основание которой является типичным несогласием по разлому в Кот-д'Ивуаре;

**Период после рифтогенеза и тектоники**, от верхнего мела до настоящего времени, за это время поднятие поднялось вдоль краевого хребта и сопровождалось уменьшением осадкообразования. Этот период характеризуется единицами С-Е, которые заполняют бассейн и частично перекрывают северные склоны горных хребтов.

До сих пор детальные тектонические и осадочные структуры краевого хребта и его связь с Кот-д'Ивуаром были слабо изучены. В частности, гребень был интерпретирован как акустический фундамент на основе одноканальных сейсмических данных, и в пределах краевого хребта не было обнаружено несоответствия разломов.

В этой статье мы предоставляем новую информацию, основанную на 96-сейсмических данных, полученных во время MCS EQUASIS (1990). Данные MCS обеспечивают хорошие изображения поля преобразования и его связь с расходящимся бассейном и лучшее понимание бокового расширения, сейсмических характеристик.

**Результаты.** На переходе от котловины Кот-д'Ивуара до гребня краевого хребта лежит толстый, недеформированный клин отложений (ед. С-Е [3]). Он полностью покрывает северный фланг хребта. Под этой покрывкой залегают единицы А и В [3], образованные до рифтинга и после рифтинга соответственно, которые составляют базальные последовательности бассейна и гребня и являются непрерывными между двумя структурными областями. На глубине в блоке А появляются два разлома.

Провинция Гвинейского залива включает Берег Слоновой Кости, Тано, Салтпард, Центральный, Кета и Бенин и Дагомейский лиман в северо-западной части Гвинейского залива. Эти бассейны имеют общие

## СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

структурные и стратиграфические характеристики, поскольку они представляют собой модифицированные бассейны и содержат породы в возрасте от ордовика до голоцена; поэтому они были объединены в одну провинцию. Восточная граница – это провинция дельты Нигера, а западная граница – западноафриканская прибрежная провинция.

Гвинейский залив сформировался на кульминации поздней юры до раннемелового тектонизма, который характеризовался как блочным, так и трансформирующимся разломом, наложенным на обширный палеозойский бассейн во время распада африканских, североамериканских и южноамериканских палеоконтинентов.

Провинция Гвинейского залива структурно разделена тремя основными зонами разломов: (1) зона разлома Св. Павла вдоль северо-западной границы, (2) зона разлома Романче, которая отделяет побережье Кот-д'Ивуара и Центральной и Солевой бассейны от бассейна Кета и (3) зона цепной трещины вдоль восточной границы. Осадочные породы в бассейне Кот-д'Ивуара составляют более 6 000 м к северу от зоны разлома Романче, они действовали как плотина для транспорта и накопления осадков на юге.

Доказанные скопления углеводородов, связанные с ловушками, контролирующимися разломами, находятся в верхней части отложений до преобразования по всей провинции Гвинеи на мелководных и умеренных глубинах. Этот тип ловушки характеризует как поле Эспуар, так и поле Тано, и распространяется на континентальный склон. Ловушки также находятся вдоль зоны разлома Романче и в западной части бассейна Кот-д'Ивуара, включая глубоководное открытие Ваобаб 2001 года.

Антиклинальные ловушки, обнаруженные только по сейсмическим данным и еще не разрабатываемые, связаны с окончанием региональных зон разломов в двух областях: (1) морские части Дагомейского лимана и бассейн Кета и (2) западная прибрежная часть бассейна Кот-д'Ивуар. Доказанные накопления углеводородов, связанные с пострифтовыми антиклинальными ловушками, находятся в бассейне Тано и восточной части бассейна Кот-д'Ивуара в поле Белье.

Известны углеводородные скопления, связанные с каналом-эрозионными ловушками в отложениях после трансформирования провинции Гвинейского залива как в мелководных, так и в глубоководных районах. Этот тип ловушки характеризует поле Аджа самой западной Нигерии, где западный конец резервуара запечатан заполненным сланцем каналом. Сейсмические данные показывают, что канал-эрозионные ловушки обычно связаны с региональным олигоценным несогласием с Бенином на западе, в глубоководной части провинции.

В провинции Гвинейского залива существует не менее пяти общих нефтяных систем (total petroleum systems – TPS): (1) нижнепалеозойская TPS, состоящая из девонских исходных пород и девонских пород нижнего мела; (2) нижнемеловая TPS, состоящая из нижнемеловых озерных исходных пород и пород мелового пласта; (3) средняя альпийская наземная TPS, состоящая из подверженных воздействию газа исходных пород и альбских горных пород; (4) верхняя альпийская TPS, состоящая из морских трансгрессирующих битумных пород и альбских горных пород; и (5) сеноманско-гуронская TPS, состоящая из открытых морских нефтеносных исходных пород и от альбских до верхнемеловых приповерхностных пород. Три самые младшие системы были объединены в Меловую составную TPS, состоящую из альбских и гуронских морских и наземных пород и меловых горных пород. Для нижнепалеозойских TPS и нижнемеловой TPS доступна только ограниченная информация о разведке и добыче. Добыча нефти из нижнепалеозойской TPS ограничена полями Салтпонт и Ломе, тогда как углеводороды нижнемеловой TPS были идентифицированы только в песках верхнего мела и нефтепроводах у Кейп-Три-Пойнтс и в Дагомейском лимане.

**Выводы.** Краевой хребет Кот-д'Ивуар – Гана является результатом многоступенчатой эволюции, которая началась во время рифтинга глубокого ивуарийского бассейна. Анализ многоканальных сейсмических данных, недавно записанных на границе Кот-д'Ивуара – Ганы, позволяет нам предложить следующую тектоническую и осадочную историю:

1. В раннемеловое время хребет, вероятно, был частью нерастянутой коры бразильского шельфа, которая затем подвергалась осадочной проградации в северном направлении. Затем будущий гребень был изолирован от истонченной коры африканского континента вытянутым бассейном. Он интерпретируется как трансформированная долина, заполненная на востоке обломочными породами, накапливающимися с севера.

2. До конца рифтинга тектоническая активность прекратилась на северной стороне хребта. Это означает переход на юг трансформирующей активности и последующее отделение краевого гребня от бразильского кратона. Сдвиг тектонической активности на юг частично был обусловлен вытянутым растяжением в краевом хребте с локальным наклоном блоков и последующим увеличением опускания к западу. Кроме того, поскольку осадки, заполняющие часть грабенов вдоль западного конца хребта, были осажены на мелкой глубине, предполагаемое оседание этой части хребта было после наклона блока.

3. В то время как западная часть краевого хребта испытывала расширение, граница континентального преобразования была повернута к востоку. Поднятие осадочного наполнения трансформированной долины, как и обратные разломы и связанные с ней кулисообразные складки в соседнем ивуарийском бассейне, вероятно, связаны с изменением от растяжения к сжатию.

### Литература

1. Arens G, Delteil JR, Valery P, Damotte B, Montadert C, and Patriat P. The continental margin of the Ivory Coast and Ghana // HM Stationery Office, London Institute of Geological Sciences, 1970. – С. 61–78.
2. Barton P. J., Owen T. R. E., White R. S. The deep structure of the east Oman continental margin: preliminary results and interpretation // Tectonophysics. – 1990. – Т. 173. – № 1-4. – С. 319–331.
3. Basile C. Analyse structurale et modélisation analogique d'une marge transformante: l'exemple de la marge de Côte d'Ivoire-Ghana. – Ghana. Rennes, France: Me moires ET Documents CAESS 39. – 1990. – 220 pp.

**ГЛУБИННЫЙ ТЕПЛОВОЙ ПОТОК И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ ЯМАЛА**

**Д. С. Крутенко<sup>1</sup>, М. Ф. Галиева<sup>1</sup>**

Научные руководители профессор В.И. Исаев<sup>1</sup>, профессор М. Д. Хуторской<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

<sup>2</sup>*Геологический институт РАН, г. Москва, Россия*

В рамках развития сырьевой базы углеводородов (УВ) России новыми объектами исследования становятся уникальные арктические районы Западной Сибири, требующие совершенствования критериев и технологий поисков.

*Цель исследований* – на примере территории полуострова Ямал изучить закономерности изменения глубинного теплового потока [4], оценить корреляцию аномалий теплового потока с локализацией известных месторождений и сформулировать возможные геотермические поисковые критерии [1].

*Территория исследований* находится в северной части Ямало-Ненецкого автономного округа Тюменской области (рис. 1А). Осадочный мезозойско-кайнозойский чехол Ямала начинает формироваться в ранней юре. Нефтегазоносность связана с нижнемеловой ахской свитой, в которой снизу-вверх обособляются толщи с пластами-коллекторами в них. Баженовская свита (*Jzt*) является основным источником формирования залежей УВ в ловушках верхнеюрского и мелового нефтегазоносных комплексов (НГК). Вместе с тем, немалый интерес представляет и китербютская свита (*Jkt*), обладающая нефтематеринским потенциалом и являющаяся источником формирования залежей УВ в ловушках нижнеюрского НГК.

*Используя данные экспериментальных определений* (табл. 1, рис. 1А) плотности глубинного теплового потока [5] и *расчетные значения* плотности теплового потока из основания осадочного разреза [2, 3], *впервые* построена карта плотности теплового потока Ямала.

**Таблица 1**

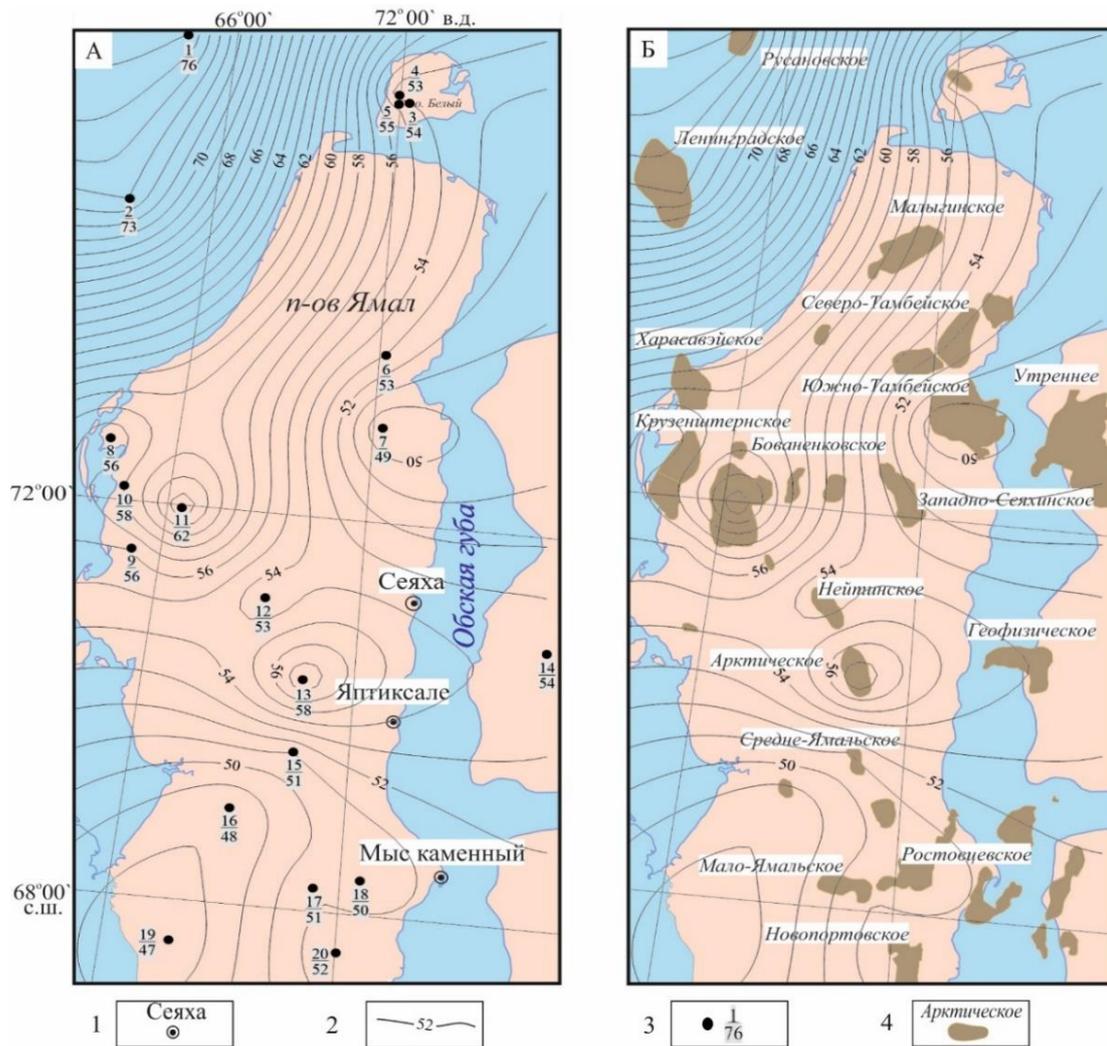
**Значения плотности теплового потока, определенные в скважинах**

Скважина		Тепловой поток, мВт/м <sup>2</sup>	Источник данных	Скважина		Тепловой поток, мВт/м <sup>2</sup>	Источник данных
Усл. номер (рис.1)	Название			Усл. номер (рис.1)	Название		
1	Русановская-2	76	[5]	11	Бованенковская-116	62	[2]
2	Ленинградская-1	73	[5]	12	-	53	[5]
3	Белоостровская-1	54	[5]	13	Арктическая-11	58	[2]
4	Белоостровская-3	53	[5]	14	-	54	[5]
5	Белоостровская-4	55	[5]	15	Средне-Ямальская-14	51	[2]
6	-	53	[5]	16	Усть-Юрибейская-31	48	[3]
7	-	49	[5]	17	Мало-Ямальская-3002	51	[2]
8	-	56	[5]	18	Ростовцевская-64	50	[2]
9	-	56	[5]	19	Северо-Мантойская 51	47	[3]
10	-	58	[5]	20	Новопортовская 54	52	[3]

На этой карте (рис. 1А) можно увидеть следующие особенности: 1) «положительная аномалия» (например, район скважины Бованенковская 116); 2) «отрицательная аномалия» (например, район скважины Северо-Мантойская 51); 3) «заливообразная конфигурация изолиний» (например, район скважины Ростовцевская 64); 4) «безаномальное поле» (например, район скважины Средне-Ямальская 14).

*Анализ корреляции* теплового потока и положения 13-ти хорошо известных месторождений УВ Ямала (рис. 1Б) показывает следующее. В зонах *положительных аномалий* теплового потока находятся 6 месторождений (46% от общего числа), среди которых наиболее крупные – Бованенковское и Арктическое. В зоне отрицательной аномалии находится 1 месторождение (8%) - Южно-Тамбейское. В зонах *заливообразных конфигураций изолиний* находится 4 месторождения (31%): Крузенштернское, Нейтинское, Ростовцевское и Новопортовское.

**СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**



**Рис. 1** Полуостров Ямал. Глубинный тепловой поток (А) и его корреляция с месторождениями углеводородов (Б): 1 – населенный пункт и его название; 2 – изолинии значений плотности теплового потока; 3 – исследуемая скважина, в числителе указан условный номер скважины (см. табл. 1), в знаменателе указано значение плотности теплового потока, мВт/м<sup>2</sup>; 4 – контур месторождения и его название.

*Заключение.* Таким образом, порядка 80-85% известных месторождений УВ Ямала приурочены к аномальным особенностям глубинного теплового потока. Это позволяет геотермический критерий рассматривать в качестве поискового для арктических районов Западной Сибири.

**Литература**

- Исаев В.И. Интерпретация данных гравиметрии и геотермии при прогнозировании и поисках нефти и газа. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 172 с.
- Исаев В.И., Искоркина А.А., Косыгин В.Ю., Лобова Г.А., Осипова Е.Н., Фомин А.Н. Комплексная оценка палеоклиматических факторов реконструкции термической истории нефтематеринской баженовской свиты арктических районов Западной Сибири // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – Томск, 2017. – Т. 328. – № 1. – С. 13–28.
- Попов С. А., Исаев В. И. Моделирование нафтидогенеза Южного Ямала // Геофизический журнал. – 2011. – Т. 33 – № 2. – С. 80–104.
- Хуторской М.Д. Введение в геотермию. – М.: Изд-во РУДН, 1996. – 328 с.
- Хуторской М. Д., Ахмедзянов В.Р., Ермаков А.В., Леонов Ю.Г., Подгорных Л.В., Поляк Б.Г., Сухих Е.А., Цыбуля Л.А. Геотермия арктических морей. – М.: ГЕОС, 2013. – 232 с.

**РАДИОГЕОХИМИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ МЕТАСОМАТИЧЕСКОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ**

**Р.А. Леденгский, Ф.Д. Лазарев, П.В. Кирплук**

Научный руководитель главный геофизик НФ ФГБУ «ВСЕГЕИ» П.В. Кирплук  
*Норильский филиал ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского», г. Норильск, Россия*

Аэrorадиогеохимическое картирование представляет собой изучение пространственного распределения фоновых и отличных от фона концентраций естественных радиоактивных элементов в горных породах, измеренные аэрометодом на уровне современного эрозионного среза [1].

Исходными данными для аэrorадиогеохимических построений являются карты концентраций урана (радия), тория, калия и карта мощности экспозиционной дозы, составленные по материалам кондиционных аэрогамма-спектрометрических съемок в соответствии с требованиями технической инструкции и методических рекомендаций [5, 8].

Аэrorадиогеохимическое картирование предусматривает учет геологических и ландшафтных условий. Закономерности распределения и миграции радиоактивных элементов в горных породах обусловлены комплексом геологических процессов, включающих осадконакопление, магматизм, тектонику, метаморфизм, гипергенез и гидротермальную деятельность. Результаты проявления сингенетических и эпигенетических изменений с учетом геологических и ландшафтных условий отражаются на характере распределения радиогеохимического поля верхней части земной коры [2, 7].

Методика составления прогнозных аэrorадиогеохимических карт основана на исследовании структуры взаимосвязей естественных радиоактивных элементов с помощью регрессионного или факторного анализов методом главных компонент. В основу положено то, что под влиянием различных эпигенетических процессов, в том числе и рудных, протекавших с перераспределением радиоактивных элементов, нарушается их первоначальная концентрация и, как следствие, структура их взаимосвязей, свойственная неизменным горным породам. На радиогеохимических картах отражаются три главные составляющие: а) равномерно рассеянный радиогеохимический фон, свойственный неизменным горным породам; б) радиогеохимически специализированные комплексы (первый уровень концентрации); в) эпигенетические (локальные) концентрации элементов (второй уровень концентрации) [7]. Определение характера эпигенетических изменений возможно осуществить и такими простыми и оперативными методами, как расчет отношений вида  $Th/U$ ,  $Th/K$ ,  $U/K$ ,  $(U*К)/Th$ . Но недостатком отношений является высокий уровень флюктуаций, особенно в низком гамма-поле.

Также отмечается, что проблемой для аэrorадиогеохимического картирования является вопрос определения фона. Каждое геологическое образование обладает индивидуальным устойчивым соотношением ЕРЭ, которое изменяется в процессе эпигенетических и гипергенных преобразований. Вследствие этого, для определения фоновых содержаний ЕРЭ по геологическим признакам необходимы детальная геологическая и ландшафтная основы, которые могут быть не всегда доступными или достоверными.

Для целей крупномасштабного и детального прогноза гидротермальных месторождений основными геологическими элементами являются продукты метасоматических изменений. Оконтуривание ореолов и выявление центров метасоматической зональности имеет ведущее значение в процессе поисков гидротермальных месторождений. Так к примеру продукты гидротермально-метасоматических изменений принадлежат к ведущим поисковым признакам медно-порфировых рудно-магматических систем.

К месторождения медно-порфирового типа относятся крупные скопления небогатых медных и молибденово-медных прожилково-вкрапленных руд. Центрами их служат порфировые интрузивы гранитоидного состава, с которыми месторождения имеют неразрывную пространственно-временную связь. Рудоносные порфировые интрузивы слагают штоки небольших размеров (0,25-0,3 км<sup>2</sup>) [6].

Рудные тела обладают устойчивым набором рудных минералов: пирит, халькопирит, молибденит, магнетит, иногда пирротин. При этом, содержание магнетита не устойчивое, и снижается по мере увеличения роли молибдена, что оставляет для магнитометрии роль структурного метода. Относительно низкие содержания рудных минералов, прожилково-вкрапленный и штокверковый характер минерализации снижают эффективность аэроэлектроразведки. Медно-порфировые рудные тела формируются в пределах ореолов гидротермально-метасоматических изменений, характеризующихся зональным строением. В рудно-метасоматической зональности отсутствуют сильно радиоактивные минералы, и интенсивность радиогеохимических аномалий в рудных полях относительно невелика, но каждая метасоматическая зона обладает характерным соотношением радиоактивных элементов. Из числа геофизических методов наиболее приемлемые результаты дает гамма-спектрометрия, эффективно фиксируя данные соотношения и зоны метасоматоза [3].

В данной работе при построении аэrorадиогеохимической карты проводилось вычисление надфоновых концентраций ЕРЭ на основе вклада каждого элемента в общую гамма-активность горных пород. Каждый из фиксируемых радиоактивных элементов имеет свой гамма-эквивалент, то есть мощность экспозиционной дозы, образованной одной единицей содержания. Значение гамма-эквивалента соответствует мощности дозы от единицы содержания радионуклида на высоте 1 м от излучающей поверхности и зависит от условия насыщенного полупространства. Для каждого естественного радиоактивного элемента, используя эквивалентное гамма-излучение, определяется его надфоновая концентрация.

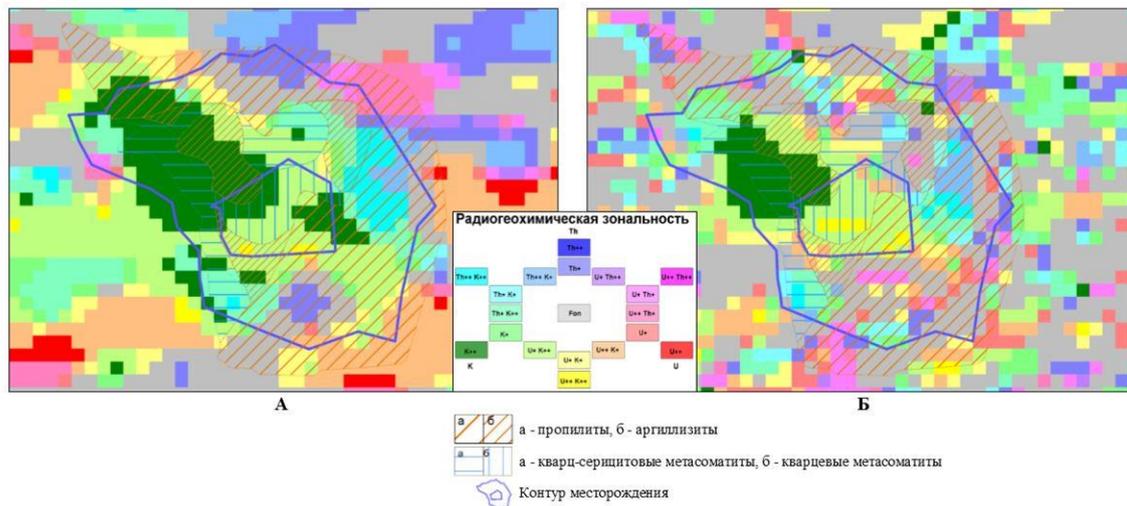
Полученные величины, центрированные по медианному значению и нормированные на стандартное отклонение, объективно отображают радиогеохимическую специализацию геологических образований, независимо от наличия детальной информации о геологических и ландшафтных условиях. Сопоставление надфоновых концентраций ЕРЭ проводится путем качественной классификации территории по уровню избытка

**СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

или дефицита одного из трех элементов. Полученная сводная радиогеохимическая карта позволяет определить радиогеохимическую специализацию горных пород (Рис. 1А).

С целью обнаружения вторичной радиогеохимической зональности и установления характера эпигенетических изменений горных пород выполняется дополнительный расчет вторичных надфоновых концентраций ЕРЭ. Являясь более высоким иерархическим уровнем радиогеохимических аномалий, вторичные надфоновые концентрации ЕРЭ рассчитываются в пределах областей с установленным соотношением элементов. Данная операция позволяет выявить слабоконтрастные нарушения в естественном равновесии радиоактивных элементов. При этом технология расчета аналогична описанной выше. Отличительной особенностью является применение не гамма-эквивалентных коэффициентов, а величин, равных обратной медиане концентраций ЕРЭ в пределах областей однотипной радиогеохимической специализации. Полученная карта отражает области преобладания радиоактивных элементов, связанных с эпигенетическими изменениями (Рис. 1Б).

Медно-порфировое месторождение, расположенное на севере Западных Саян, имеет ярко выраженное зональное строение гидротермально-метасоматических изменений со сменой от центра порфирового интрузива к периферии в последовательности: биотит-калишпатовая – кварц-серицитовая – аргиллизитовая – пропилитовая зоны [4]. Калишпатизация, нередко в ассоциации с биотитизацией, фиксирует внутренние части глубоко эродированных объектов. Кварц-серицитовые изменения маркируют собственно рудоносную часть системы, на внешних границах они сменяются аргиллизацией. Метасоматическая зональность находит свое отражение в изменении характера радиогеохимического поля – от центра рудно-магматической системы к периферии как: К, К+U, Th+U, Th. Примененная выше методика позволяет выделить радиогеохимическую зональность, которая характеризуется сменой зоны привноса калия – в областях калишпатизации и серицитизации, на торий – в областях пропилитизации, которые не содержат промышленного оруденения (Рис. 1 А, Б).



**Рис. 1 Результаты аэроадиогеохимического картирования медно-порфирового месторождения:  
А – Сводная радиогеохимическая карта; Б – Карта вторичной радиогеохимической зональности**

Аэроадиогеохимическое картирование метасоматической зональности медно-порфирового оруденения по указанной методике, с учетом условий данного месторождения и уровня эрозионного среза, обладает рядом преимуществ, которые заключаются в экспрессности – возможности получения результатов в полевых условиях, высокой чувствительности и точности, наименьших трудовых, временных и экономических затратах в сравнении с другими методами картирования.

#### Литература

1. Аэроадиогеохимическое картирование. Методические рекомендации / под ред. А.И. Краснова, Е.Б. Высокоостровской, Е.И. Зубова. – Л.: НПО Рудгеофизика, 1983. – 104 с.
2. Высокоостровская Е.Б., Краснов А.К. Основные принципы и методика составления радиогеохимических карт по аэрогамма-спектрометрическим данным // Методы рудной геофизики. – Л., 1976. – Вып. 11. – С. 61–69.
3. Кривцов А.И. Геологические основы прогнозирования и поисков меднопорфировых месторождений. – М.: Недра, 1983. – 256 с.
4. Кривцов А.И. Методическое руководство по оценке прогнозных ресурсов алмазов, благородных и цветных металлов. Выпуск «Медь». – М.: ЦНИГРИ, 2002. – 212 с.
5. Методические рекомендации по аэрогамма-спектрометрическому обеспечению региональных прогнозно-металлогенетических работ (Средне- мелкомасштабная АГС). – Л.: НПО «Рудгеофизика», 1987. – 119 с.
6. Попов В.С. Геология и генезис медно- и молибден-порфировых месторождений. - М.: Наука, 1977. - 203 с.
7. Смыслов А.А., Плющев Е.В. Основные принципы и методы составления радиогеохимических карт // Тр. ВСЕГЕИ – Нов.серия. – Л., 1968. – Т.164. – С. 104–134.
8. Техническая инструкция по аэрогамма-спектрометрической съемке. – М.: Мин Геологии СССР, 1977. – 188 с.

**ВЛИЯНИЕ ЭКСЦЕНТРИСИТЕТА КАРОТАЖНОГО ПРИБОРА НА ТРАНСФОРМАЦИИ СИГНАЛОВ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО КАРОТАЖА**

**Д.А. Литвиченко**

Научный руководитель доцент К.В. Сухорукова

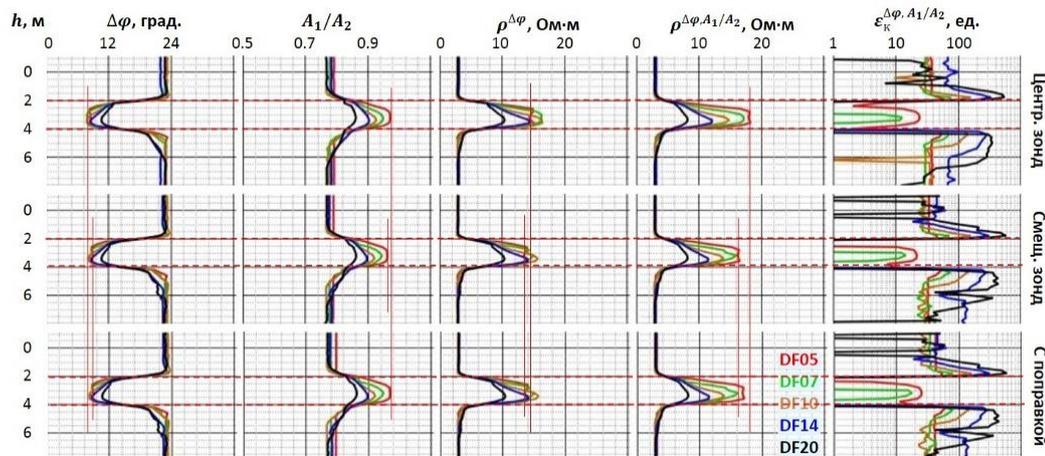
*Новосибирский национальный исследовательский государственный университет,  
г. Новосибирск, Россия*

Для исследования в наклонных и горизонтальных скважинах все чаще применяются разновидности высокочастотного электромагнитного каротажного зондирования (ВЭМКЗ). Как правило такие исследования проводятся без центрирования прибора. Смещение зонда с оси скважины оказывает существенное влияние на измеряемый сигнал при высоком контрасте сопротивлений бурового раствора и пласта. В этом случае вихревые токи, создаваемые полем генератора, пересекают границу скважины и породы, вследствие чего на ней появляются электрические заряды, которые оказывают влияние на сигнал аппаратуры. Чем выше рабочая частота зонда (диапазон частот ВЭМКЗ от 0.875 до 14 МГц), тем сильнее влияние эксцентриситета [3].

Для исследования влияния эксцентриситета проведены расчеты сигналов зондов ВЭМКЗ в осесимметричных (2D) моделях среды (скважина, зона проникновения (ЗП) и пласт небольшой мощности). Для расчетов сигналов при положении прибора на оси и на стенке скважины использовалась программа «Nechaev\_3D\_vik» [4]. Для проверки алгоритма коррекции влияния эксцентриситета на следующем шаге в сигнал (разность фаз, отношение амплитуд), рассчитанный при смещенном положении прибора, вводилась поправка за эксцентриситет с помощью программы «VIKIZ eccentricity» [1]. Для внесения поправок используются палетки, рассчитанные по программе «Nechaev\_3D\_vik» в модели «скважина – пласт бесконечной мощности» с учетом не проводящего корпуса прибора и реального диаметра генераторной и приемных катушек.

Модель включает скважину с пресным глинистым буровым раствором (сопротивление 2 Ом·м), ЗП мощностью 0.4 м с удельным электрическим сопротивлением (УЭС) 20 Ом·м, диэлектрической проницаемостью (ДП) 20 и нефтенасыщенный пласт мощностью 2 м с УЭС 15 Ом·м и ДП 40; вмещающие породы представлены глинами с УЭС 3 Ом·м и ДП 30. В случае смещенного прибора в интервале пронизаемых пород значения разности фаз высокочастотных зондов выше примерно на 0.3–0.4°, чем в случае центрированного прибора, а значения отношения амплитуд меньше на 0.01–0.02, подобное влияние приводит к занижению значений УЭС пласта (рис. 1).

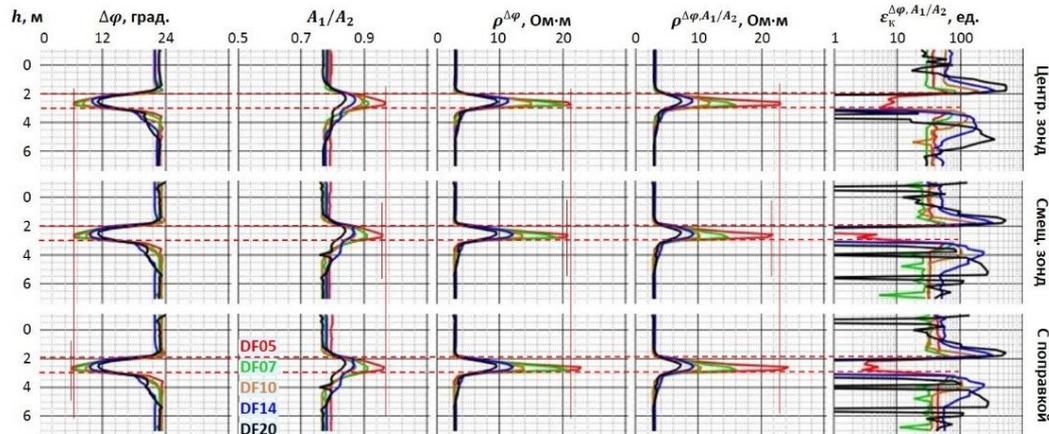
В результате инверсии синтетических сигналов ВЭМКЗ при центрированном приборе подобрана модель с повышающей ЗП с УЭС 19.7 Ом·м мощностью 0.42 м, УЭС пласта занижено и составляет 10.8 Ом·м. В случае смещенного зонда модель состоит из ЗП большей мощности (0.5 м) и с меньшим сопротивлением (16.5 Ом·м) по сравнению с центрированным прибором, УЭС пласта также занижено (9.42 Ом·м). Диаграммы трансформации разности фаз и отношения амплитуд в кажущуюся ДП для высокочастотных зондов в интервале пронизаемого пласта примерно соответствуют модельному значению ДП в ЗП – 20, значения остальных зондов соответствуют единице. Также по диаграммам трансформации в кажущуюся ДП по данным высокочастотного зонда с высокой точностью определяются положения границ пласта. Из-за несимметричного строения прибора влияние пласта на значения разности фаз и отношения амплитуд при приближении к пласту наблюдается на большем интервале, чем при удалении от кровли [2]. Введение поправок в сигнал индукционного прибора приводит к увеличению значений трансформации разности фаз и отношения амплитуд в кажущееся УЭС на 1 Ом·м для короткого зонда (14 МГц). В результате инверсии сигналов ВЭМКЗ, рассчитанных по модели с введенными поправками за эксцентриситет, получена модель с мощностью ЗП, соответствующей значению в исходной синтетической модели.



**Рис. 1. Сигналы ВЭМКЗ в модели «скважина – зона проникновения – пласт во вмещающих» ( $d_{ск} = 0.216$  м,  $\rho_p = 2$  Ом·м,  $\rho_{зп} = 20$  Ом·м,  $\epsilon_{зп} = 20$ ,  $h_{зп} = 0.4$  м,  $\rho_n = 15$  Ом·м,  $\epsilon_n = 40$ ,  $h_n = 2$  м) и их трансформации в кажущееся сопротивление и кажущуюся относительную диэлектрическую проницаемость. Зонд расположен на оси скважины (вверху), зонд расположен на стенке скважины (по середине), в модель со смещенным зондом введена поправка за эксцентриситет (внизу). Столбцы слева направо: разность фаз, отношение амплитуд, трансформация разности фаз в кажущееся сопротивление, совместная трансформация разности фаз и отношения амплитуд в кажущееся сопротивление и в диэлектрическую проницаемость. Красные вертикальные линии соответствуют значениям зонда длиной 0.5 м (14 МГц).**

## СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Вторая модель – с сопротивлением пласта 50 Ом·м (аналог газонасыщенного интервала) мощностью 1 м, УЭС бурового раствора 2 Ом·м, ЗП соответствует предыдущей модели (мощность 0.4 м, УЭС 20 Ом·м, ДП 20), вмещающие породы с сопротивлением 3 Ом·м и ДП 30. На разность фаз смещение прибора влияния не оказывает, это обусловлено небольшой мощностью пласта (рис. 2). На диаграммах отношения амплитуд это влияние уже заметно, показания высокочастотного зонда (0.5 м) ниже на 0.01. В результате инверсии сигналов, рассчитанных по модели со смещенным прибором, значения УЭС в проницаемом пласте (9.5 Ом·м) и в ЗП (16.5 Ом·м) занижены, также увеличена мощность ЗП на 0.1 м. В результате введенных поправок значения трансформации как разности фаз, так и совместной, в кажущееся УЭС завышены примерно на 3 Ом·м для высокочастотного зонда. Это повлияло на параметры, полученные в результате инверсии – уменьшилась мощность ЗП на 0.1 м и увеличилось УЭС в ЗП, эти значения стали соответствовать параметрам исходной модели.



**Рис. 2.** Сигналы ВЭМКЗ в модели «скважина – зона проникновения – пласт во вмещающих» ( $d_{ск} = 0.216$  м,  $\rho_p = 2$  Ом·м,  $\rho_{зп} = 20$  Ом·м,  $\epsilon_{зп} = 20$ ,  $h_{зп} = 0.4$  м,  $\rho_{п} = 50$  Ом·м,  $\epsilon_{п} = 1$ ,  $h_{п} = 1$  м) и их трансформации в кажущееся сопротивление и кажущуюся относительную диэлектрическую проницаемость. Зонд расположен на оси скважины (вверху), зонд расположен на стенке скважины (по середине), в модель со смещенным зондом введена поправка за эксцентриситет (внизу). Легенду см. на рис. 1.

**Выводы.** В ходе исследования установлено, что смещение зонда на стенку скважины приводит к уменьшению значений трансформаций разности фаз и совместной трансформации разности фаз и отношения амплитуд в кажущееся УЭС, тем большому, чем выше рабочая частота зонда (меньше длина), что искажает мощность и УЭС зоны проникновения. При этом эксцентриситет прибора не оказывает значительного влияния на показания зондов с рабочей частотой 1.75-0.875 МГц.

Влияние эксцентриситета зонда на значения трансформации в кажущуюся ДП не приводит к значительному отличию от модельного значения ДП пласта.

Необходимо внесение поправок за эксцентриситет зонда не только в значения разности фаз, но и в отношении амплитуд, однако для проницаемых интервалов необходимо введение поправок, рассчитанных по модели с зоной проникновения.

### Литература

1. Горбатенко А.А., Вологдин Ф.В., Сухорукова К.В. Моделирование влияния неровностей стенки скважины и эксцентриситета каротажного зонда на показания высокочастотного электромагнитного каротажного зондирования в скважинах с высокопроводящим раствором // Каротажник. – 2013. – №2. – С. 54–64.
2. Сухорукова К.В., Литвиченко Д.А. Особенности трансформации сигналов электромагнитного каротажа в кажущуюся диэлектрическую проницаемость // Каротажник – 2017. – № 6. – С. 51–64
3. Эпов М.И., Сухорукова К.В. Электрические и электромагнитные каротажные зондирования в реалистичных моделях нефтегазовых коллекторов: численное моделирование и интерпретация // Геофизический журнал. – 2012. – № 4. – С. 5–15.
4. Эпов М.И., Шурина Э.П., Нечаев О.В. Прямое трехмерное моделирование векторного поля для задач электромагнитного каротажа // Геология и геофизика. – № 9. – Т. 48. – 2007. – С. 989–995.

## ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОТЕРМИИ ПРИ ПОИСКАХ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ НЕФТИ В ПАЛЕОЗОЙСКОМ РЕЗЕРВУАРЕ (НА ПРИМЕРЕ НЮРОЛЬСКОЙ МЕГАВПАДИНЫ)

Т.Е. Лунёва

Научный руководитель доцент Г.А. Лобова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

**Введение.** Массовое открытие залежей нефти в доюрском фундаменте относят к середине 70-х годов прошлого столетия. Однако и до настоящего времени доюрский нефтегазоносный комплекс (НГК), относимый к трудноизвлекаемым запасам (ТРИЗ), является одним из перспективных объектов воспроизводства и наращивания

ресурсной базы Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции [2]. Согласно стратегии поисков нефтеперспективных объектов в доюрском основании [1], основным критерием перспективности территории являются открытые здесь залежи в ниже-, среднеюрских отложениях и степень их освоения. Вторым критерий перспективности предусматривает развитие потенциально нефтематеринских нижеюрских отложений, а степень перспективности участка определяется катагенетической зрелостью рассеянного органического вещества (РОВ) в них. В пределах Нюрольской мегавпадины и обрамляющих ее структур открыты месторождения углеводородов с залежами в нижней и средней юре. Кроме того, эти земли расположены в пределах основного нефтепромыслового района Томской области, который обладает развитой нефтегазовой инфраструктурой. Нижеюрские нефтематеринские тогурские отложения, залегающие в наиболее погруженных частях Нюрольской мегавпадины, в Тамрадской впадине, достигают 140 м [3]. Уровень катагенеза ОВ варьирует от МК<sub>1</sub><sup>3</sup> в центральной части территории исследования, постепенно уменьшаясь в радиальном направлении до градации МК<sub>1</sub><sup>1</sup> [5]. Таким образом, территория Нюрольской мегавпадины является перспективной для обнаружения ТРИЗ в доюрском фундаменте, а выполнение нефтегеологического моделирования, определяющего перспективность того или иного участка, является весьма актуальным исследованием.

*Цель исследований* – установить перспективы нефтегазоносности доюрских резервуаров Нюрольской мегавпадины по результатам палеотемпературного моделирования, с учетом качества коллектора и проявлений дизъюнктивной тектоники, а также определить первоочередные участки для постановки поисковых работ на доюрский НГК. Работа является примером практической реализации стратегии поисков залежей нефти в доюрском основании Западной Сибири [1].

**Характеристика объекта исследований.** В настоящей работе в качестве источника рассматривается тогурская свита, поэтому область исследований ограничивается территорией её распространения (рис. 1А). Палеозойские отложения характеризуются породами различного генезиса и литологического состава. Высокая вероятность образования коллектора свойственна карбонатным и магматическим породам, преимущественно кислого состава. Промежуточной группой являются глинисто-кремнистые и кремнистые сланцы метаморфического генезиса, в результате вторичных преобразований в которых могут образовываться коллекторы с благоприятными ФЕС. Магматические породы основного состава и глинисто-сланцевой формации с низкой вероятностью могут стать хорошими коллекторами.

Оценка распределения плотности ресурсов первично-аккумулятивных тогурских нефтей в доюрских коллекторах и районирование палеозойского резервуара. Выделение перспективных зон в палеозойском резервуаре производилось путем сопоставления зон распространения различных по качеству коллекторов, с распределением плотности тектонических нарушений и значений плотности генерации тогурских нефтей, выполненных ранее [4]. Вследствие чего были выделены три перспективные зоны и участки в них, которые в свою очередь проранжированы с учетом их площадей (рис. 1Б).

Зона 1 является наиболее перспективной. Внутри данной зоны выделено шесть участков. Высокая перспективность *участка 1.1* подтверждается наличием открытого нефтяного Среднеглуховского месторождения. Стоит отметить, что на Глуховской структуре в скважинах получены признаки УВ в керне. Скважиной Южно-Фестивальной 1 (рис. 1А, индекс скважины ЮФ-1п) вскрыты непроницаемые породы, при испытании которых притока не получено. Рассматриваемая скважина расположена на границе участка.

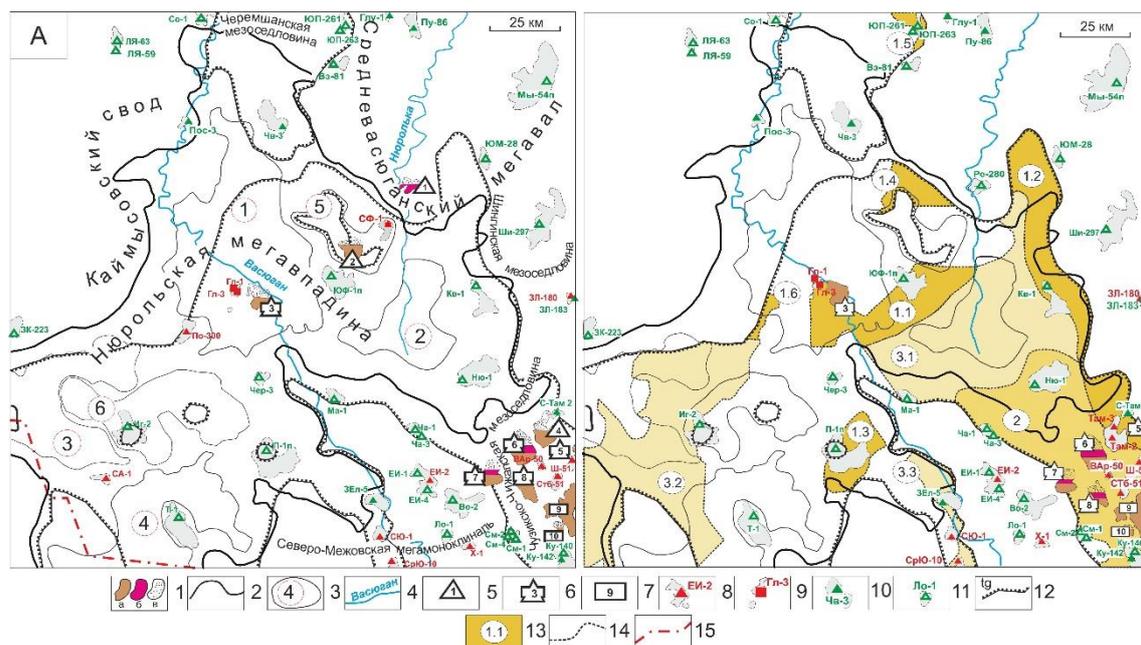
Перспективность *участка 1.2* подтверждается установленными проявлениями УВ на Тамбаевской площади, а также открытым газонефтяным Южно-Тамбаевским месторождением, а на Северо-Тамбаевской структуре получен приток воды с растворенным газом. На участках 1.3–1.6 на настоящий момент прямых признаков нефтенасыщения палеозойского разреза не известно.

Зона 2 приурочена к юго-восточному борту Нюрольской мегавпадины и примыкающей территории Чузикско-Чижапской мезоседловины. На территории донной зоны открыто несколько месторождений с залежами в пласте М<sub>1</sub> различного фазового состояния, которые подтверждают надежность выделения. Также на это указывают проведенные испытания с притоком УВ на Тамбаевской, Широтной, Восточно-Арчинской и Северо-Табганской площадях (рис. 1Б). А отсутствие притока по данным опробований скважин на таких структурах, как Нюльгинская, Смоляная, Чагвинская, (рис. 1А) свидетельствует о надежном проведении границ данной зоны.

Аналогичным образом проранжирована зона 3, которая разделена на три участка. *Участки 3.1 и 3.2* обладают наибольшей площадью, но не осложнены тектоническими нарушениями. На настоящий момент не установлены проявления УВ на данных территориях. Перспективность *участка 3.3*, расположенного в южном врезе Нюрольской мегавпадины, подтверждается испытаниями скважин на Среднеюлжавской, Северо-Юлжавской и Западно-Еллейской площадях. В скважинах Глухарина 1, Пуглалымская 86 и Поселковская 3 (рис. 1А, индекс скважин Глу-1, Пу-86, Пос-3), расположенных за пределами распространения тогурской свиты, получены притоки воды без признаков углеводородов, что согласуется с нашим прогнозом.

**Заключение.** Первоочередными участками для изучения и освоения резервуара коренного палеозоя являются земли южного борта Кулан-Игайской мезовпадины и зоны ее сочленения с Тамрадской мезовпадиной (900 км<sup>2</sup>), а также земли юго-восточного борта Нюрольской мегавпадины и примыкающие земли Чузикско-Чижапской мезоседловины (1200 км<sup>2</sup>). Сопоставление прогнозируемых перспективных районов доюрского НГК Нюрольской мегавпадины и результатов испытаний глубоких скважин показывает согласованность, порядка 60-70 %. Согласованность прогноза и выявленной нефтегазоносности палеозойских отложений аргументируют принятую концепцию миграции углеводородов, питающих резервуары, и полученные данные могут служить новыми поисковыми критериями залежей палеозойского резервуара.

**СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**



**Рис. 1** Схематическая карта нефтегазоносности (А) на тектонической основе [4] и схема ранжирования участков для поисков залежей углеводородов в отложениях палеозоя (Б) Нюрольской мегавпадины: 1) месторождения: а – нефтяное, б – конденсатное, в – газовое; 2) граница Нюрольской мегавпадины; 3) структура III порядка и ее условный номер; 4) речная сеть; (5–7) – условный номер месторождения с залежами: 5) в коре выветривания: Речное (1), Фестивальное (2), Тамбаевское (4); 6) в палеозойском фундаменте и коре выветривания: Среднедзужовское (3), Южно-Тамбаевское (5), Урманское (6), Южно-Урманское (7), Арчинское (8); 7) в палеозойском фундаменте: Нижнетабаганское (9), Южно-Табанское (10); (8–11) – результаты исследования скважин и их условный индекс на карте: 8) УВ при испытании; 9) запах УВ в керне; 10) «сухо»; 11) «сухо»; 12) границы зоны распространения тогурской свиты; 13) перспективный участок, номер ранжирования (интенсивность закрашки площади участка пропорциональна степени перспективности земель); 14) границы районов; 15) административная граница Томской области. Структуры: 1 – Кулан-Игайская впадина, 2 – Тамрадская впадина, 3 – Осевои прогиб, 4 – Тамянский прогиб; 5 – Фестивальный вал, 6 – Игольско-Таловое куполовидное поднятие.

**Литература**

- Исаев В.И., Лобова Г.А., Коржов Ю.В., Кузина М.Я., Кудряшова Л.К., Сунгурова О.Г. Стратегия и основы технологии поисков углеводородов в доюрском основании Западной Сибири. – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – 112 с.
- Конторович А.Э., Эдер Л.В. Новая парадигма стратегии развития сырьевой базы нефтедобывающей промышленности Российской Федерации // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2015. – № 5. – С. 8–17.
- Конторович В.А. Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 253 с.
- Лобова Г.А., Власова А.В. Реконструкция геотермического режима материнской тогурской свиты и обоснование районов аккумуляции нефти в нижнеюрских и палеозойском комплексах Нюрольской мегавпадины // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2013. – Т. 8 – №2. – Режим доступа: [http://www.ngtp.ru/rub/6/15\\_2013.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/6/15_2013.pdf).
- Kontorovich A.E., Fomin A.N., Krasavchikov V.O., Istomin A.V. Catagenesis of organic matter at the top and base of the Jurassic complex in the West Siberian megabasin // Russian Geology and Geophysics. – 2009. – Vol. 50. – No. 11. – pp. 917–929

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОНИЦАЕМОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД**

**Р.К. Мадешева**

Научный руководитель д.т.н., проф. В.С.Портнов, д.г.-м.н., проф. В.И. Исаев  
**Карагандинский Государственный Технический Университет, г. Караганда, Казахстан**

Горная порода является коллектором, если ее проницаемость позволяет извлечь достаточный объем жидких и газообразных полезных ископаемых при минимальных затратах средств [3].

Информация о коэффициенте проницаемости коллекторов необходима при построении фильтрационной модели месторождения.

**Проницаемость** – это способность горной породы пропускать через себя жидкости и газы через систему соединенных между собой пор при перепаде давления. Различают абсолютную, фазовую и относительную проницаемости [1].

Проницаемость коллекторов в практике нефтегазового дела определяется лабораторным и полевым методами – геофизическими исследованиями скважин (по данным ГИС) и гидродинамическими испытаниями скважин (ГДИС) [3].

Абсолютная проницаемость пластов месторождения Жетыбай, расположенного на полуострове Мангышлак Республики Казахстан, определяется по формуле:

$$K_{пр} = 1.1856 \cdot e^{0.1821 \cdot K_p} \quad (1)$$

На рисунке 1 приведено соотношение «пористость-проницаемость» для коллекторов данного месторождения. Разрез представлен юрскими отложениями, состоящими из продуктивных Ю-1–Ю-13 и водоносного Ю-14 горизонтов.

Прямой зависимости между проницаемостью и пористостью горных пород не существует, однако изучению структуры, строения и размеров пор уделяется большое внимание, так как проницаемость пористой среды зависит от размера поровых каналов, из которых складывается поровое пространство [3].

Согласно уравнению Козени-Кармана (2), физическая проницаемость зависит от динамической пористости  $k_{п.д.}$ , гидравлической извилистости поровых каналов –  $T_r$  и удельной поверхности  $S_{\phi}$ :

$$k_{пр} = \frac{4 \cdot k_{п.д.}^3}{T_r^2 \cdot S_{\phi}^2} \cdot 10^{14} \quad (2)$$

Зависимость на рисунке 1 получена с помощью лабораторных исследований ядра. Как видно из рисунка, представленная выборка характеризуется низкой связью коэффициента проницаемости  $k_{пр}$  от коэффициента пористости  $K_p$  ( $R^2 = 0,2872$ ). Отсутствие простой и однозначной связи проницаемости от пористости указывает на сложную структуру порового пространства.

Предметом дальнейших исследований для определения проницаемости коллекторов месторождения Жетыбай должен являться анализ корреляционной связи Ю-1–Ю-11 горизонтов в области низких значений пористости ( $K_p < 26\%$ ) и горизонтов Ю-12–Ю-14.

Достоинством лабораторных экспериментов является возможность получения зависимостей фазовой проницаемости от насыщенности по конкретному флюиду, недостатком – малый объем образца изучаемого коллектора [3].

Гидродинамическое исследование скважин позволяет оценить гидродинамические характеристики пластов, таких как, пластовое давление, коэффициент продуктивности, гидропроводность, пьезопроводность, а также коэффициент проницаемости [2].

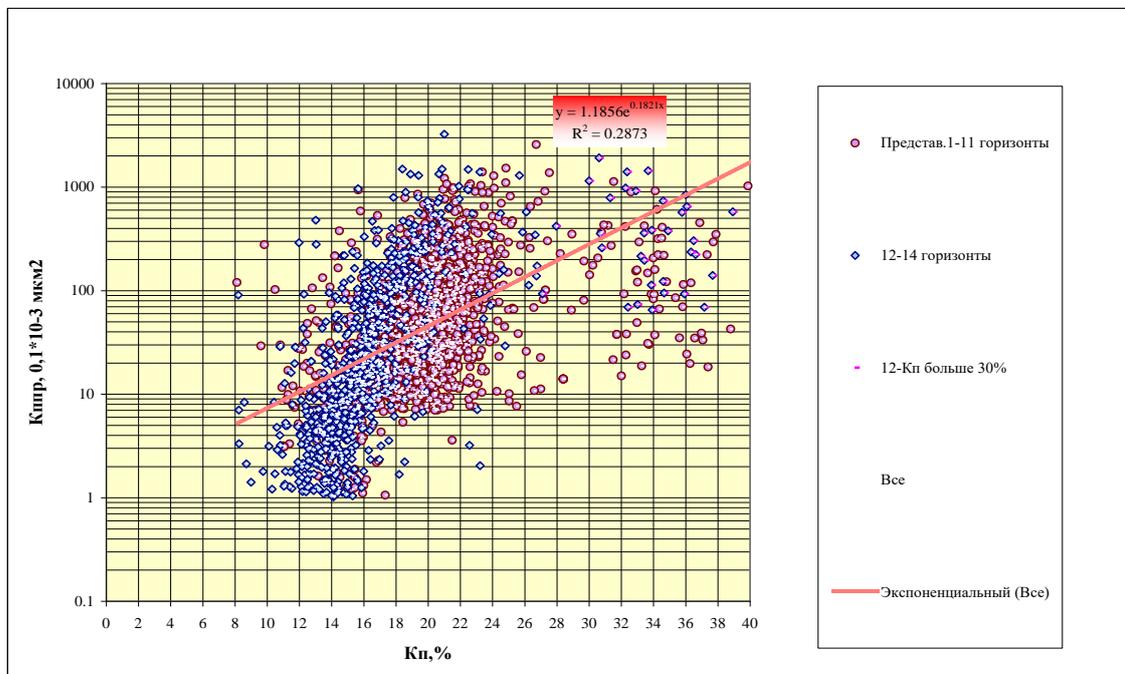


Рис. 1 Зависимость проницаемости от пористости пластов месторождения Жетыбай

Определение коэффициента проницаемости продуктивных коллекторов на месторождении Восточный Акшабулак (Кызылординская область, Республика Казахстан) производится по ГДИС, методом установленных отборов. Проводились замеры давления на забое скважины  $P_{заб}$  и расхода  $Q$  на нескольких стабильных режимах

**СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

работы скважины, отличающихся депрессией на пласт, которая изменяется сменой штуцера (используются штуцеры диаметром 8,0, 10,0, 12,0, 14,0 мм).

Данные исследуемой скважины: пласт мощностью  $h = 9,6$  м, радиус скважины по долоту  $r_c = 0,108$  м, радиус контура питания  $R_{кп} = 250$  м, вязкость флюида  $\mu = 1,0$  сПз.

Пластовое давление  $P_{пл} = 122,07$  атм. и коэффициент продуктивности  $K = 0,921$  рассчитаны методом индикаторной линии (ИД). Отсюда значение гидропроводности равно:

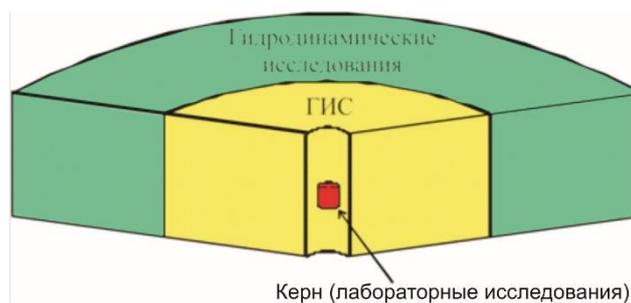
$$\delta = \frac{k_{пр}h}{\mu} = \frac{Q}{P_{пл} - P_{заб}} \cdot \frac{\ln\left(\frac{R_{кп}}{r_{с\text{прив}}}\right)}{2\pi} = 13,6, (Д\cdot см)/сПз \quad (3)$$

где  $h$  – мощность пласта,  $\mu$  – вязкость жидкости.

Откуда получаем коэффициент проницаемости:

$$k_{пр} = \frac{\sigma\mu}{h} = 14,15, мД \quad (4)$$

Сопоставление объемов исследуемых объектов в скважине разными методами на рисунке 2 показывает, что наиболее правильная оценка проницаемости продуктивного пласта может быть дана на основе гидродинамических исследований скважин – ГДИС.



**Рис. 2 Сопоставление объемов исследуемых объектов в скважине разными методами**

Точность определения фильтрационно-емкостных свойств нефтяных пластов играет важную роль как в проектировании и построении геолого-гидродинамической модели, так и в осуществлении контроля за разработкой, а также для картирования проницаемости [1].

#### Литература

1. Дахнов В.Н. Интерпретация результатов геофизических исследований разрезов скважин. – М.: Недра, 1982. – 448 с.
2. Крыганов П.В., Колеватов А.А., Вольпин С.Г. Оценка проницаемости и степени участия продуктивного пласта в процессе фильтрации // Геофизика: Бурение и нефть. – М, 2012. – №02.
3. Методическое руководство по гидродинамическим, промыслово-геофизическим и физико-химическим методам контроля разработки нефтяных месторождений. – М.: ВНИИ, 1991. – С. 540.
4. Шурунов А. В., Коносавский П. К., Тудвачев А. В. Интерпретация полевых методов определения проницаемости нефтяных коллекторов на примере Урненского месторождения (Тюменская обл.) // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 7. Геология. География. – 2016. – Вып. 2. – С. 4–10.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ИСТОРИИ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ В СКВАЖИНАХ КАЙМЫСОВСКОГО СВОДА

**А.С. Меренкова**

Научный руководитель доцент Г.А. Лобова

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

**Введение.** Тепловой поток – один из фундаментальных параметров нашей планеты, который влияет на степень катагенеза органического вещества и генерацию углеводородов. Определение этого параметра лежит в основе бассейнового моделирования, которое широко применяется как в России, так и за рубежом. Из зарубежных систем моделирования известны такие как MATOIL, TEMISPAC, GENEX. Из отечественных для бассейнового моделирования применяются программа ГАЛИА [2] и программа, используемая профессором М.Д. Хуторским [7]. Наши исследования проводятся с использованием программы TermoDialog [4], которая по своим возможностям не уступает известным отечественным компьютерным технологиям, а по некоторым параметрам даже превосходит. Так при расчете теплового потока принимается его квазипостоянство на момент геологического времени, соответствующего началу образования осадочного чехла (ранняя юра, геттангский век), при этом обратная задача решается однозначно. Для расчета прямой задачи достаточно знать его количественное значение в основании осадочного разреза. Программа позволяет использовать геотемпературы, измеренные в современном разрезе различными способами, и палеотемпературы, определяемые по отражательной способности витринита с учетом

времени их фиксации. Моделирование проводится с учетом влияния колебаний климата на изменение теплового потока с глубиной. Построение карты теплового потока для юго-востока Западной Сибири по вновь появившимся исходным температурам с учетом тренда поверхностных температур приносит новые знания о фундаментальном параметре Земли, а значит наши исследования являются актуальными. Моделирование термической истории баженовской свиты дает возможность установить генерационный потенциал нефтематеринской толщи и сопоставить полученные результаты с уже установленной нефтегазностью разреза.

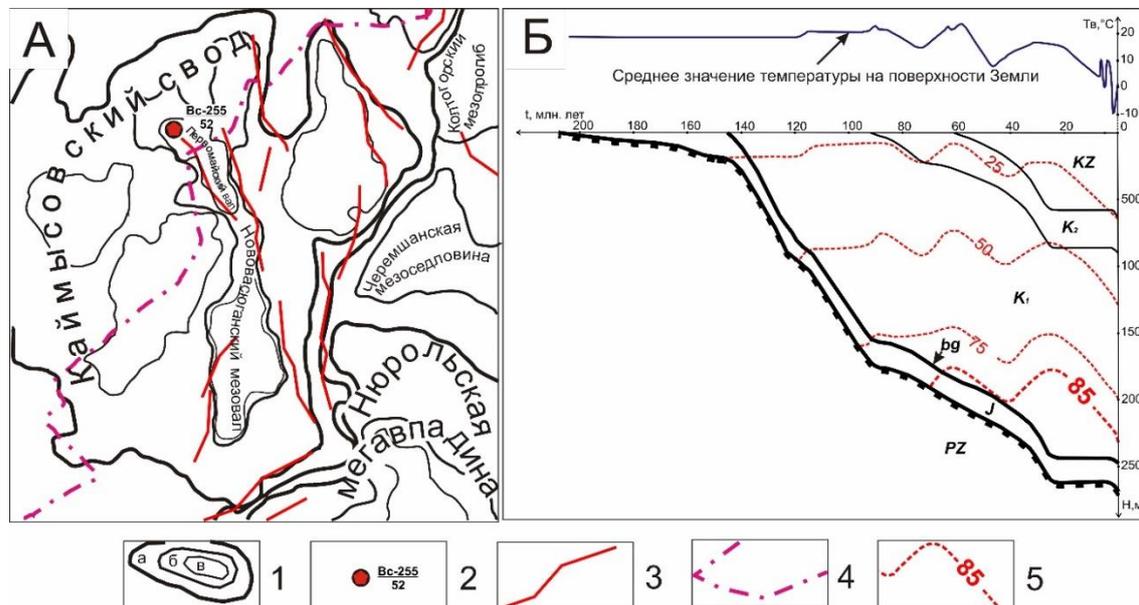


Рис. 1. Положение моделируемой скважины (А) на тектонической карте (на основе [5] с дополнениями); палеотектонический и палеотемпературный разрез (Б) скважины Весенняя-255 с учетом мезозойско-кайнозойского изменения поверхностной температуры Земли: 1 – положительные и отрицательные тектонические элементы: I порядка (а), II порядка (б), III порядка (в); 2 – моделируемая скважина; в числителе индекс скважины на карте, в знаменателе расчетное значение теплового потока ( $mWt/m^2$ ); 3 – тектонические нарушения; 4 – административная граница Томской области; 5 – пороговая температура ГЗН

Целью настоящих исследований является определение значения теплового потока из основания осадочного чехла и изучение термической истории баженовской свиты в разведочной скважине Весенняя-255 (индекс на карте Вc-255) (рис. 1А).

**Характеристика объекта исследований.** Район исследований находится на левобережье Оби, в северо-западной части Томской области. Моделируемая скважина пробурена в пределах Первомайского вала, расположенного в северной части Нововасюганского мезовала (структуры II порядка), осложняющего, в свою очередь, северо-восточный склон Каймысовского свода, структуры I порядка. Восточный склон Каймысовского свода отличается широким распространением разрывной тектоники.

Эта зона по фундаменту соответствует западному борту Колтогорско-Уренгойского грабен-рифта. В осадочном чехле разломы имеют в основном северо-северо-восточное направление и трассируют зону сочленения свода на востоке с отрицательными структурами – Ньюрольской мегавпадиной, Черемшанской мезоседловиной и южной частью Колтогорского мезопрогиба. Первомайский вал ограничен двумя параллельными разломами северо-восточного простирания. К нему приурочено одноименное, среднее по запасам, месторождение нефти.

Установлено, что нефтепроизводящей толщей на территории исследования является баженовская свита ( $J_{3tt}-K_{1b}$ ), имеющая повсеместное распространение в этом районе [6]. Скважиной Весенняя-255 вскрыт осадочный чехол толщиной 2667 м. Кровля баженовской свиты отбивается на глубине 2475 м, имеет мощность 12 м. Содержание Сорг варьирует от 7 до 10 % [5], а катагенетическая преобразованность ОВ, по исследованиям А.Н. Фомина [6], достигает градации МК<sub>1</sub><sup>1</sup>.

**Методика исследования.** Для определения теплового потока из основания осадочного разреза применяется компьютерная технология ТеплоDialog [4], с помощью которой моделируется палеотемпературная история баженовских нефтематеринских отложений. Палеотемпературное моделирование включает решение обратной задачи нестационарной геотермии с подвижной границей, т.е. расчет значений теплового потока из основания. По вычисленному тепловому потоку решается прямая задача геотермии – определяются палеотемпературы на заданные ключевые моменты геологического времени (начало/окончание формирования свит). Палеотемпературное моделирование совмещено с палеотектоническими реконструкциями, учитывающими скорость осадконакопления.

При изучении теплового поля методом определения геотермического градиента (ОГГ) важным критерием является надежность и достоверность полученной термометрической информации. Одним из важнейших критериев при выборке скважин является время, которое скважина находилась в состоянии покоя.

**СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

Наилучший вариант, когда скважина выстаивается в течение периода, сопоставимого с продолжительностью бурения. За это время происходит восстановление условий естественного теплового поля, нарушенного в процессе бурения вследствие циркуляции бурового раствора [3]. Скважина Весенняя-255 находилась в состоянии покоя в течение 38 дней, что является вполне достаточным для восстановления пластовых условий. Снятие значений температуры с кривой ОГГ против центра свиты проводится только при монотонном характере кривой. В случае, если центр свиты находится против участка с аномальным поведением кривой ОГГ, значение не снимаются.

Вхождение нефтематеринской баженовской свиты в ГЗН определяется пороговой температурой 85 °С, так как рассеянное органическое вещество (РОВ) в баженовской свите, в основном, аквагенного генезиса [1].

**Исходными данными** для решения обратной задачи геотермии являются геотемпературы, снятые с каротажной диаграммы метода ОГГ и палеотемпературы, пересчитанные из ОСВ. Геотемпературы при испытании скважины не измерялись.

**Результаты исследования и обсуждение.** Решением обратной задачи геотермии определена плотность теплового потока из основания разреза. Кроме обратной задачи решена прямая, определены палеотемпературы для баженовской свиты на протяжении всего геологического времени формирования осадочного разреза. Отмечено, что баженовская свита вошла в «нефтяное окно» в ганькинское время. Максимальный прогрев нефтематеринской свиты до 107 °С зафиксирован 24 млн. лет назад в хатское время. На модели (рис. 1Б) хорошо видно влияние изменения климата на земной поверхности на тепловую характеристику палеоразреза. Снижение поверхностной температуры в среднем палеогене значительно меняет условия катагенеза и, как видно, палеотемпературные условия в нефтематеринской свите приближаются к пороговому значению. Условия генерации баженовских нефтей существуют до настоящего времени.

**Заключение.** Тепловой поток из «основания» разреза в скважине Весенняя-255, расположенной на северном склоне Каймысовского свода, составил 52 мВт/м<sup>2</sup>. Начало интенсивной генерации баженовских нефтей в разрезе моделируемой скважины соотносится с рубежом позднего мела и раннего палеогена. Баженовская свита, начиная с 61,7 млн. лет назад и до настоящего времени, находится в «очаге генерации», что подтверждается доказанной нефтегазоносностью разреза.

**Литература**

1. Бурштейн Л.М., Жидкова Л.В., Конторович А.Э., Меленевский В.Н. Модель катагенеза органического вещества (на примере баженовской свиты) // Геология и геофизика. – 1997. – Т. 38. – № 6. – С. 1070–1078.
2. Галушкин Ю.И. Моделирование осадочных бассейнов и оценка их нефтегазоносности. М.: Научный мир, 2007. – 456 с.
3. Зуй В.И. Тепловое поле платформенного чехла Беларуси. – Минск: Экономпресс, 2013. – 260 с.
4. Исаев В.И., Гуленок Р.Ю., Веселов О.В., Бычков А.В., Соловейчик Ю.Г. Компьютерная технология комплексной оценки нефтегазового потенциала осадочных бассейнов // Геология нефти и газа. – 2002. – №6. – С.48–54.
5. Конторович В.А. Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 253 с.
6. Фомин А.Н. Катагенез органического вещества и нефтегазоносность мезозойский и палеозойских отложений Западно-Сибирского мегабассейна. – Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2011. – 331 с.
7. Хуторской М.Д., Ахмедзянов В.Р., Ермаков А.В., Леонов Ю.Г., Поляк Б.Г., Сухих Е.А., Цыбуля Л.А. Геотермия арктических морей / Отв. ред. Ю.Г. Леонов. – М.: ГЕОС, 2013. – 232 с.

**ВЫДЕЛЕНИЕ ИНТЕРВАЛОВ СТОЯНКИ АППАРАТУРЫ СКЛ-160 В РЕАЛЬНЫХ  
КАРОТАЖНЫХ ДАННЫХ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

**Г.В. Москалев**

Научный руководитель доцент А.Ю. Соболев

**Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск, Россия**

На сегодняшний день стало все сложнее найти мощные и однородные нефтегазоносные пласты. Нефтегазовые компании вовлекают в разработку пласты, которые раньше пропускали: тонкие, осложненные переслаиванием, с невысоким нефтенасыщением. Для изучения таких объектов требуется более точная аппаратура. Поэтому важно, чтобы собственные шумы прибора были тоже малы и известны. Кроме того, разработка и опробование алгоритмов инверсии каротажных данных и решения обратной задачи требует задания реалистичного шума, что также делает задачу его изучения и описания актуальной. В скважинных условиях можно изучать шумы во время технологических стоянок, которые обычно игнорируют.

Для исследования использованы реальные каротажные данные из четырнадцати скважин трех месторождений Западной Сибири. Из соображений удобства и коммерческой тайны компании, номера скважин были закодированы четырехзначным шифром от 1001 до 1014. В каждом файле, полученном на спуске и подъеме буровой колонны, содержатся записи автономного комплекса СКЛ-160, в который входят зонды ВЭМКЗ, ИК, БКЗ, БК, радиоактивные методы каротажа, резистивметр, инклинометр, акселерометр и технологические датчики – всего от 53 до 73 каналов, записанных с тактовой частотой 20 герц.

В процессе спуска и подъема в скважине буровая колонна останавливается через каждые 24-36 метров для уменьшения или увеличения количества бурильных труб. Колонна крепится на клинья, а низ колонны с прибором только через некоторое время прекращает движение [1]. С помощью программы RealDepth5, разработанной в институте нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука, временные интервалы стоянок СКЛ-160 хорошо видны (рис. 1).

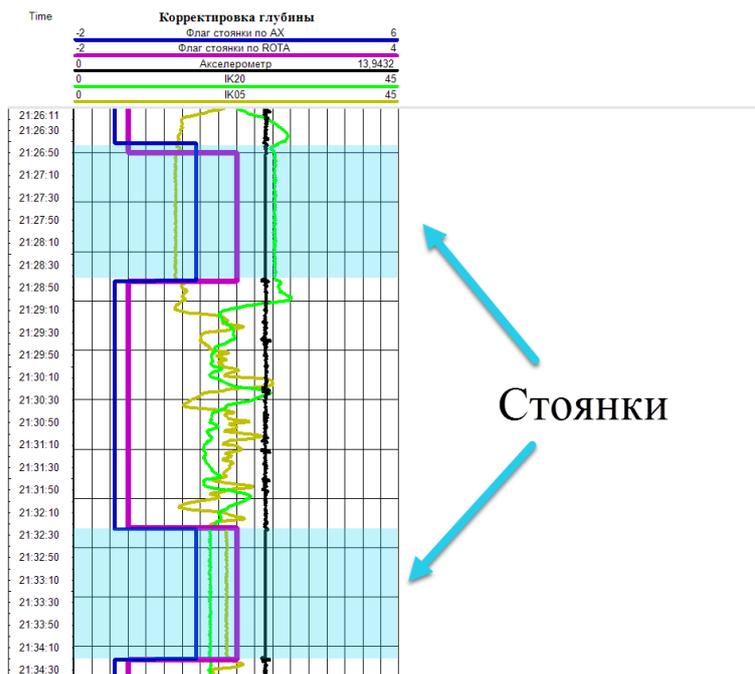


Рис.1 Выделение стоянок в ПО RealDepth5 по данным акселерометра и инклинометра

Во время остановки скважинного комплекса показания ВЭМКЗ (IK05, IK20) и акселерометра практически не изменялись. Программа RealDepth5 выделяет стоянки по превышению заданного порога среднеквадратичного отклонения (СКО) кривых, выбранных в качестве характеристических функций движения (ХФД) [2]. Как и в работе [1], лучше всего для этого подошли показания акселерометра. Выбирались стоянки, в которых прибор находился неподвижно более 45 секунд (рис.2).

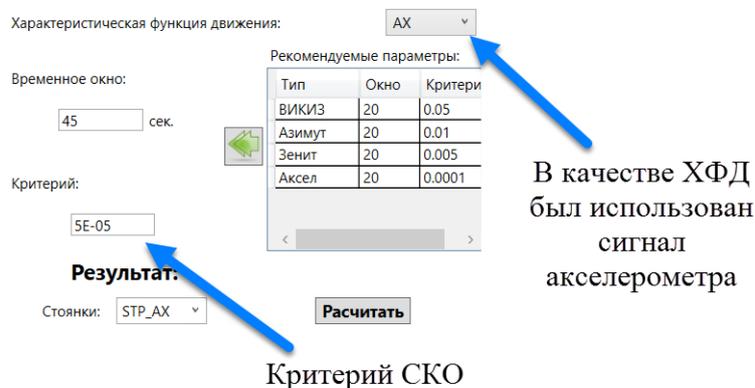


Рис. 2 Настройка критериев выделения стоянок в RealDepth5

RealDepth5 предназначен для выделения стоянок с их последующим удалением из файла, чтобы на выходе получить данные, в которых скважинный комплекс пребывал в плавном и монотонном движении. Поэтому, проделав операцию выделения стоянок, мы экспортировали las-файлы с дополнительной колонкой «STP\_AX», в которой движение колонны обозначается «0», а стоянка и часть технологических движений (например, обратные движения при посадке на клинья) – «1». Для последующей обработки написан скрипт на языке Python, который «выбирает» достоверные и пригодные для дальнейших исследований стоянки и нумерует стоянки в строгой последовательности от начала записи приборов до их вхождения в обсадную колонну скважины. Чтобы получить стоянки без технологических движений колонны, были вырезаны интервалы в 0.75 секунды с начала и конца остановки СКЛ-160. Этого оказалось недостаточно: показано, что в некоторых случаях (около 5 %) низ колонны совершает медленные движения, не превышающие порога по показаниям акселерометров, однако заметные по показаниям коротажных зондов. Поскольку шум аппаратуры ВИКИЗ и ВЭМКЗ (IK20, DA20) в каждой стоянке должны быть распределены по нормальному закону, а их СКО не должно выходить за рамки пяти процентов. Последним шагом все стоянки соединяются в один файл, используя шифр: «номер скважины» + «номер стоянки», например, 1009132, 1011021 и т.п. Результатом работы является единый текстовый файл, в котором собраны более полутора тысяч стоянок прибора, которые нужны для исследований собственного шума прибора, метрологии и свойств сред.

**СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

Оцененные параметры собственного шума показывают, что российская аппаратура вполне конкурентоспособна с иностранными аналогами.

Литература

1. Власов А.А., Тейтельбаум Д.В. Опыт применения методики компенсации рассогласования движения верха и низа буровой колонны по данным высокочастотного продольного акселерометра скважинного комплекса СКЛ-А // Каротажник. – 2017. – № 9 (279). – С. 21–28.
2. Расковалов П.С., Фаге А.Н., Власов А.А., Ельцов И.Н. Разработка программного обеспечения для работы с автономными каротажными комплексами и препроцессинга данных // ГЕО-Сибирь-2010. Сборник материалов VI международного научного конгресса. – 2010. – Т. 2. – Ч. 2. – С. 33–36.

**ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ ТЕРМОМЕТРИИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ИНТЕРВАЛОВ  
ПРИТОКА В ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИНАХ**

**А.С. Мохирева, В.А. Макарова**

Научный руководитель к.г.-м.н. А.А. Лукин

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

**Введение.** Чтобы снизить затраты на добычу трудноизвлекаемой нефти, растёт потребность в использовании горизонтальных скважин, применении комплекса мероприятий по воздействию на пласт, повышающих эффективность добычи нефти (интенсификации притока).

Доля горизонтального бурения значительно увеличилась в общем объёме бурения. В свою очередь, это привело к разработке новых технологий проведения геофизических исследований [2] и интерпретации данных [3]. В настоящее время на практике отечественных и мировых компаниях не существует единых рекомендаций к обработке данных, поэтому эта проблема является достаточно актуальной.

**Постановка задачи.** С точки зрения контроля за разработкой нефтегазовых месторождений горизонтальная скважина является сложным объектом исследования. Существуют дорогостоящие комплексы исследования ПГИ, такие как байпасные системы Y-tool, которые позволяют получить качественные результаты. Применение специализированной компоновки Y-tool, её монтаж и последующий демонтаж составляют порядка 30 % стоимости ПГИ. Целесообразно применять такую систему исследований, которая включает недорогие комплексы ПГИ, способные решать продуктивные задачи контроля разработки.

В связи с тем, что метод термометрии характеризуется высокой информативностью, он был выбран в качестве основного метода в данной работе. Но для исследования горизонтального ствола существует недостаток – термометрия обладает меньшими возможностями по сравнению с вертикальными скважинами. Главной причиной является малая величина температурных аномалий, связанная с тем, что в горизонтальных скважинах возрастает риск встречи протяжённых интервалов незначительных притоков, а это, в свою очередь, является проблемой распознавания по термограмме интервала поступления флюида.

Задача становится более затруднительной, если проходит нестабильный приток (при компрессировании). Чаще всего по разности кривой термометрии в работающей скважине и фоновому замеру можно определить притоки, но сделать это визуально не представляется возможным т.к. в скважине происходит равномерное распределение температуры, следовательно, не выделяются очевидные аномалии (рис. 1).

Несмотря на описанный недостаток, метод имеет потенциальные возможности в области интерпретации, которые необходимо изучать и реализовывать.

Основной целью данной работы является выделение фактически работающих интервалов поступающего флюида в горизонтальных скважинах. Имеется ряд существенных отличий в процессе оценки горизонтальных и вертикальных скважин, которые мы попытались решить. Опираясь на результаты предыдущих исследований [1], были разработаны шаги для решения задачи, описанные ниже.

**Методика расчетов.** Для работы были выбраны данные ПГИ за январь 2011 г. на нефтяном месторождении, расположенном в Ханты-Мансийском автономном округе.

Длина горизонтального участка составляет чуть менее 1000 м. Вызов притока проводился с помощью компрессора, метод доставки скважинного прибора к забою осуществлялся комплексом Латераль-2005. Изучение скважины проводилось методами: термометрия, резистивиметрия, влагометрия, термоиндикатор притока, давление и гамма-каротаж.

На первом этапе был рассчитан разностный параметр  $dT = T_p - T_\phi$ , где  $T_p$  – кривая термометрии в работающей скважине при компрессировании (несколько кривых),  $T_\phi$  – фоновый замер [1].

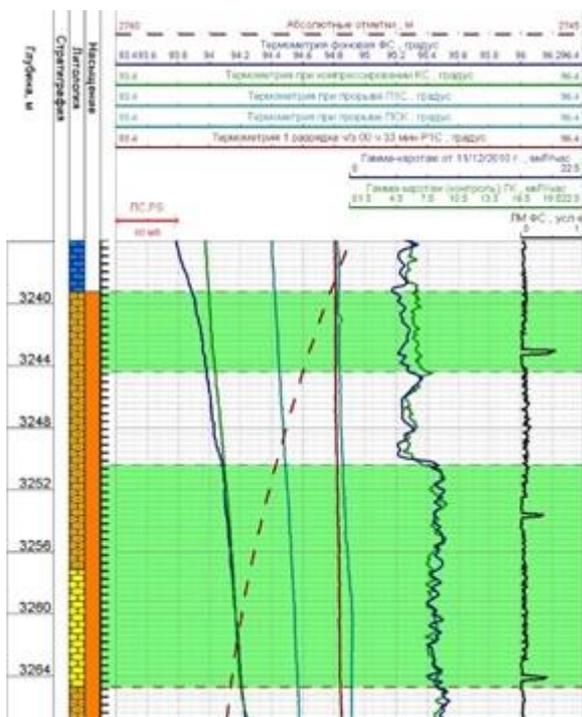


Рис.1 Показания кривых

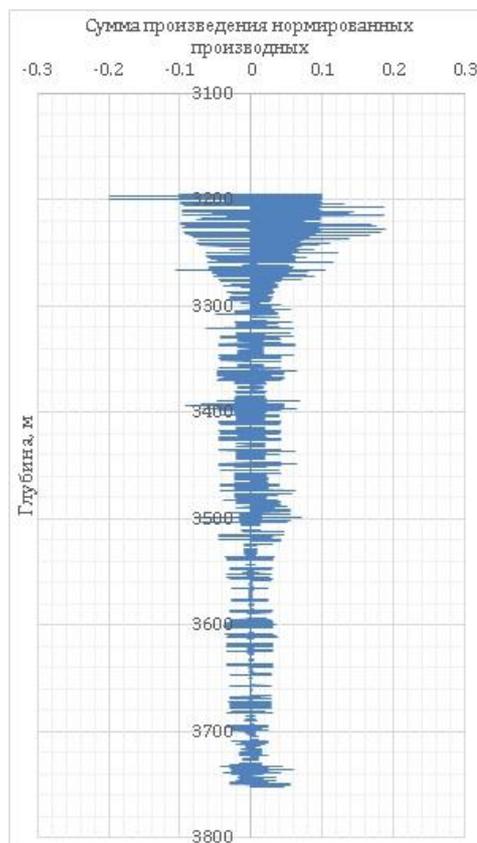


Рис. 2 График суммы произведения нормированных производных

На втором этапе нашей работы были рассчитаны первые производные по глубине:

$$\frac{dT}{dh} = \frac{T_2 - T_1}{h_2 - h_1}$$

Для корректировки кривых термометрии при компрессировании и прорыве провели нормирование разностного параметра  $dT$  для выравнивания вклада каждого замера. В результате полученные значения были умножены на значения первой производной и просуммированы:

$$\sum \frac{dT}{dh} \cdot \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

На последнем этапе построили график суммы произведения нормированных производных (СПНП) (рис.2).

По полученному графику видно, что ярко выраженные аномалии наблюдаются в начале графика – это объясняется дилатацией притоком жидкости в скважину после её остановки. С глубиной аномалии проявляются слабее или вовсе отсутствуют. Резкие и продолжительные скачки аномалий говорят о поступающем флюиде в скважину. В целом, наблюдается работа по всему стволу скважины. При выделении интервалов необходимо принимать во внимание искривление ствола скважины, состав флюида и показания других методов.

**Вывод.** Метод термометрии является более информативным при диагностике эксплуатационных скважин, несмотря на то, что обработка ее результатов бывает затруднена одновременным влиянием на тепловое поле нескольких процессов. На основании приведенной методики можно повысить эффективность режима работы исследуемой скважины.

#### Литература

1. Лукин А.А., Гаврилов М.Н., Гаврилова А.С. Дополнительные признаки выделения интервалов притока по данным термометрии // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2017. – Т. 12. – № 2. – С. 10.
2. Промысловый каротаж в горизонтальных скважинах с многофазным потоком [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.slb.ru/upload/iblock/7e3/215x280\\_flow\\_scanner\\_1225upd.pdf](https://www.slb.ru/upload/iblock/7e3/215x280_flow_scanner_1225upd.pdf) (дата обращения 11.02.2018).
3. Буянов А.В. Количественное определение профиля поглощения в горизонтальных скважинах, вскрывающих низкопродуктивные неоднородные пласты, по результатам нестационарной термометрии // Журнал «ПРОнефть». – 2016.

**ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКА РЕГИСТРАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СЕТИ  
СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФОРМУЛЫ РИХТЕРА**

**А.С. Мuryськин**

Научный руководитель доцент О.Н. Ковин

**Пермский государственный национальный исследовательский университет,  
г. Пермь, Россия**

Сейсмический мониторинг является одним из наиболее сложных методов геофизических изысканий, способным решать большой спектр научных и производственных задач. Для проведения подобных работ необходима установка стационарных сейсмологических станций в виде сети с определенной конфигурацией, которая будет определять эффективность мониторинга. Так как мониторинг представляет собой долгосрочные работы, то с самого начала необходимо обдуманно подойти к проектированию будущей сети сейсмостанций. При этом одним из важнейших элементов проектирования является процедура предварительной оценки регистрационных возможностей сети. Регистрационные возможности – это распределение на площади минимальных магнитуд землетрясений, которые сеть станций может зарегистрировать с учетом различных параметров: количество станций, которые должны зарегистрировать событие, соотношение сигнал/помеха, конфигурация сети и уровень шумов на каждой отдельно взятой станции. В зарубежной практике данному этапу посвящено большое количество работ и описанные алгоритмы имеют, в основном, сложную физико-математическую основу с использованием спектральной оценки [3, 4]. В данной работе будет описан простейший интегральный метод экспресс-оценки, преимуществом которого являются простота и скорость расчета.

Основой алгоритма расчета служит формула Ч. Рихтера, где мы можем определить магнитуду события по зарегистрированной амплитуде и эпицентральному расстоянию. Рихтер предложил для оценки силы землетрясения использовать десятичный логарифм амплитуды отклонения стандартного сейсмографа Вуду-Андерсона [3]:

$$M = \lg A + f(R), \quad (1)$$

где  $M$  – магнитуда события,  $A$  – зарегистрированная амплитуда в микрометрах сейсмометра Вуду-Андерсона,  $f$  – корректирующая функция, рассчитываемая по таблице в зависимости от эпицентрального расстояния,  $R$  – расстояние в километрах. Из данной формулы мы выведем амплитуду для расчетов.

$$A = 10^{M-f(R)}, \quad (2)$$

$$f(R) = 3 + 0.984 \cdot \lg \frac{R}{100} + 7 \cdot 10^{-4} \cdot (R - 100). \quad (3)$$

Таким образом, из формул (2) и (3) мы можем получить амплитуду предполагаемого события, зная расстояние и магнитуду.

Для проведения численного моделирования была написана программа на языке программирования Free Pascal в среде разработки IDE Lazarus. Все входные параметры были перечислены выше. Для определения минимальной магнитуды в одной точке требуется определить расстояние до каждой станции в сети, указать количество станций, которое должно зарегистрировать событие в этой точке, установить соотношение сигнал/помеха и уровень шумов. Далее необходимо учесть уровень шумов на каждой станции и умножить его на величину параметра сигнал/помеха – так будет получен минимальный порог амплитуды для регистрации события. Шумы рассчитываются из данных спектров, полученных в программе MicroReg [1]. Дальнейший алгоритм представляет собой элементарный перебор магнитуд с определенным шагом, расчет теоретических амплитуд по формулам (2) и (3) и сравнение их с преобразованным уровнем шумов, до тех пор, пока не будет выполнено условие регистрации события на определенном количестве сейсмостанций. Необходимо учесть, что рассчитанные амплитуды нужно уменьшить, разделив их на коэффициент преобразования сейсмографа Вуду-Андерсона. Ниже представлен результат работы программы для теоретической сети сейсмостанций с реальными шумами (рис.1).

Предполагаемая сеть состоит из 4 сейсмостанций. Входные параметры для моделирования: соотношение сигнал/помеха – 2.5, минимальное количество станций, которые должны зарегистрировать сейсмическое событие – 3, координаты и уровень шумов загружаются из внешних файлов.

В результате работы программы мы получаем текстовый файл, в который записаны три столбца: координаты точки и минимальная магнитуда сейсмического события, которая необходима для его регистрации с вышеописанными параметрами. На полученной карте мы наблюдаем 2 зоны с очень низкими магнитудами, центры которых не совпадают с расположением самих станций. Это можно объяснить следующим образом: так как для надежной регистрации и определения эпицентра землетрясения нам необходима регистрация минимум на 3 станциях и, соответственно, минимальные магнитуды будут наблюдаться в центре групп с треугольной конфигурацией. С увеличением расстояния магнитуды увеличиваются, а изолинии начинают приобретать форму окружности.

На основании анализа полученных результатов можно сделать некоторые выводы. Во-первых, шкала Рихтера – это одна из самых первых попыток классификации землетрясений, не обладающая хорошо разработанной физико-математической основой, которая связывала бы магнитуду с процессами, происходящими в очаге. Во-вторых, низкий уровень аппаратного обеспечения не позволял получать данные с необходимой точностью. В-третьих, для анализа использовались только малоглубинные землетрясения в штате Калифорния, поэтому результаты не совсем верно учитывают особенности механизма глубокофокусных землетрясений, так как они сильно отличаются по частотному составу.

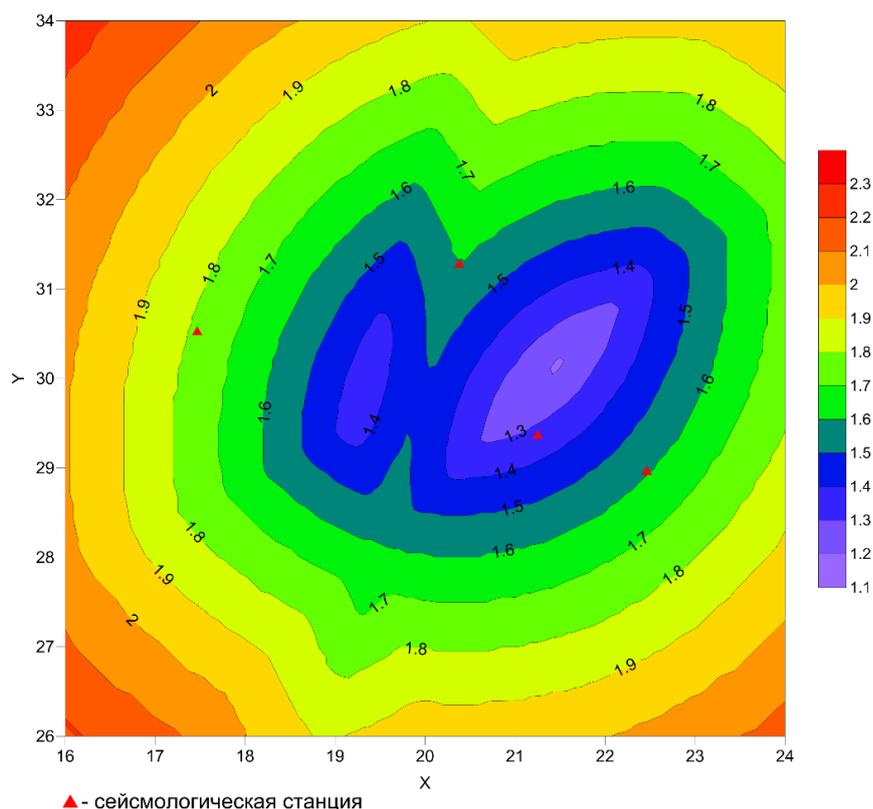


Рис. 1 Распределение минимальных магнитуд сети сейсмологических станций

Несмотря на многие перечисленные минусы данного метода, стоит отметить следующие его неотъемлемые преимущества. Рихтер использовал для анализа практически данные, то есть в полученной амплитуде уже учитывается геометрическое расхождение и поглощение среды, что не предусмотрено в спектральной модели Брюна [3, 4] и требует внесения дополнительных поправок. Далее стоит отметить математическую простоту реализации данного метода, а также высокую скорость расчета в связи с меньшим количеством математических операций по сравнению со спектральной оценкой. Это позволяет получить экспресс-оценку минимальных регистрационных возможностей проектируемой или используемой сети сейсмологических станций.

#### Литература

1. Дягилев Р.А. Руководство MicroReg. – Пермь: Лаборатория ПТС ГИ УрО РАН, 2013. – 86 с.
2. Элементарная сейсмология / Под ред.В.И. Кейлис-Борока и Ю.В. Гизниченко. – М.: Издательство иностранной литературы, 1963. – 670 с.
3. T.Kraft. Optimizing Microseismic Monitoring Networks in Densely Populated Areas // EAGE\DGG Workshop is Microseismic monitoring. – Karlsruhe, 2014.
4. T.Kraft, A.Mignan, D.Giardini. Optimization of a large-scale microseismic monitoring network in northern Switzerland // Geophysical Journal International. – Оксфорд, 2013. – №195. – С. 474–490.

### СОПОСТАВЛЕНИЕ АНАЛИТИЧЕСКИХ И СТАТИСТИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ ПОРИСТОСТИ ГАЗОНАСЫЩЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ НА ПРИМЕРЕ РЯДА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНО-КУБАНСКОГО ПРОГИБА

Л.С. Окс, М.Д. Шубина

Научный руководитель профессор Б.Л. Александров (КубГАУ)  
 Консультант начальник отдела интерпретации ГИС В.В. Пестов  
 ООО «НК «Роснефть» - НТЦ», г. Краснодар, Россия

В пластах с незначительной зоной проникновения их газонасыщенность оказывает существенное влияние на показания кривых ГИС, при этом методики введения поправок для большинства из них не разработаны. Наиболее распространены подходы с комплексированием методов нейтронного (НК) и плотностного (ГГКп) каротажей [1, 2, 3], реже встречаются работы по интерпретации акустического метода (АК). Рассмотрим наиболее простой комплекс методов для изучения пористости и газонасыщенности отложений, включающий гамма-каротаж (ГК), НК и ГГКп. Все они относятся к методам радиоактивности и нечувствительны к структуре порового

**СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

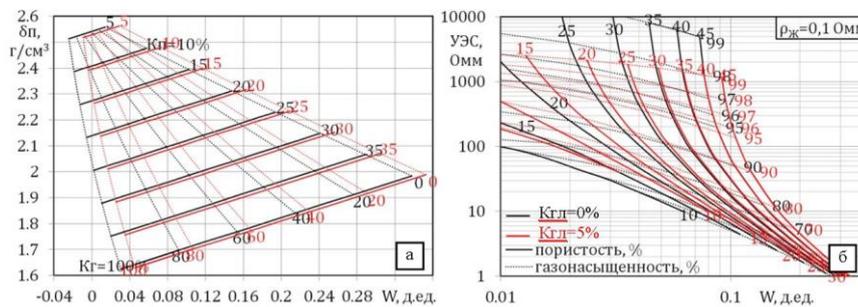
пространства и распределению флюидов. При этом корректный результат может быть получен только в отсутствие зоны проникновения из-за различной глубинности исследования отдельных методов. Расчет пористости и газонасыщенности пласта может быть проведен путем решения системы линейных уравнений, отражающих влияние компонентного состава пород на показания кривых ГИС:

$$\begin{cases} GK = f(K_{ГЛ}) \\ W = dW_{СК} + W_{Г} \cdot V_{Г} + W_{Ж} \cdot V_{Ж} + W_{ГЛ} \cdot K_{ГЛ} \\ \delta_{П} = \delta_{СК} \cdot V_{СК} + \delta_{Г} \cdot V_{Г} + \delta_{Ж} \cdot V_{Ж} + \delta_{ГЛ} \cdot K_{ГЛ} \\ 1 = V_{СК} + V_{Г} + V_{Ж} + K_{ГЛ} \end{cases}$$

откуда

$$K_{П} = V_{Г} + V_{Ж}; K_{Г} = V_{Г}/K_{П},$$

где  $K_{ГЛ}$  – коэффициент глинистости, д. ед.;  $dW_{СК}$  – литологическая поправка для нейтронного метода, д. ед. [1];  $W_{Г}$ ,  $W_{Ж}$  и  $W_{ГЛ}$  – водородосодержания газа, жидкости и глин, д. ед.;  $W$  – общее водородосодержание породы, д. ед.;  $\delta_{П}$  – показания плотностного каротажа, г/см<sup>3</sup>;  $\delta_{Г}$ ,  $\delta_{Ж}$ ,  $\delta_{ГЛ}$  и  $\delta_{СК}$  – плотности газа, жидкости, глин и скелета породы, г/см<sup>3</sup>;  $V_{Г}$ ,  $V_{Ж}$  и  $V_{СК}$  – объемные доли газа, жидкости и минеральной матрицы, д. ед.



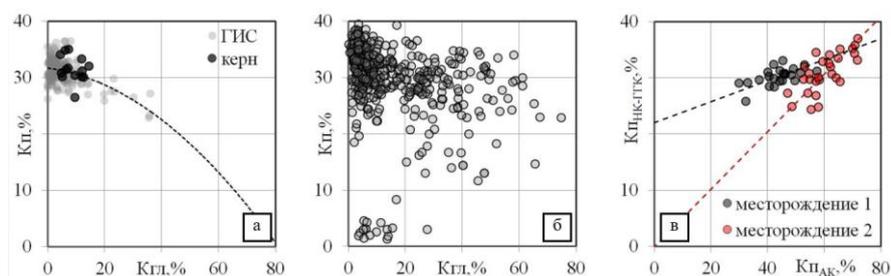
**Рис. 1 Примеры графических решений систем уравнений: а) для комплекса ГК-НК-ГКп; б) для комплекса ГК-НК-УЭС.**

Такая система может быть решена как аналитически, так и графически (рисунок 1а). Решение обладает слабой чувствительностью к погрешностям измерений в области коллекторов и может быть рекомендовано в качестве основного метода расчета пористости газонасыщенных интервалов.

Старые нефтегазоносные районы, по которым продолжается эксплуатационное бурение, однако, слабо исследованы указанными методами. В связи с этим актуальной становится задача разработки альтернативных методик оценки пористости газонасыщенных пластов. Для ее решения может быть использовано несколько подходов: получение статистических зависимостей пористости от других параметров пород; определение статистических поправок для методов пористости; использование систем нелинейных уравнений.

При поиске статистических зависимостей пористости газонасыщенных пластов от других параметров породы выбирают те из них, которые менее чувствительны к содержанию флюидов. Чаще всего рассматривают связи пористость – глинистость и пористость – потенциал самополяризации (ПС). Зависимость пористости от глинистости строят как по материалам керна, так и по результатам интерпретации ГИС в водонасыщенной части разреза. При этом результат не всегда удовлетворительный (рисунок 2 а, б), что связано с литологическими особенностями отложений. При поиске зависимости коэффициента пористости от амплитуды ПС необходимо учитывать эффект занижения показаний каротажа в газонасыщенных интервалах. Основным источником информации о пористости отложений при этом становятся исследования керна, объем которых не всегда достаточен.

Статистические поправки за газонасыщенность чаще всего вводят в показания акустического каротажа. Это связано с тем, что он имеет минимальную глубину исследования и дает информацию о промытой зоне пласта. Примеры таких зависимостей приведены на рисунке 2 в. Все статистические построения характеризуются существенным диапазоном неоднозначности ( $\pm 3-5\%$ ), но вполне пригодны для приближенных оценок.



**Рис. 2 Примеры наличия (а) и отсутствия (б) статистической связи между пористостью и глинистостью; в) примеры статистических поправок для акустического каротажа.**

Наиболее перспективным нам представляется подход, ориентированный на составление и решение систем уравнений, описывающих показания различных методов ГИС. Для старых месторождений водородосодержание пород может быть оценено по кривой нейтронно-гамма каротажа, а в качестве второго параметра, чувствительного как к пористости, так и к газонасыщенности [1], может быть использовано сопротивление ближней зоны пласта (УЭС). С учетом глинистости отложений система будет иметь вид:

$$\begin{cases} GK = f(K_{ГЛ}) \\ W = dW_{СК} + W_{ГЛ} \cdot K_{ГЛ} + K_{П} \cdot (W_{Г} \cdot K_{Г} + W_{Ж} \cdot (1 - K_{Г})) \\ K_{Г} = \left(1 - \frac{n \sqrt{a \cdot b \cdot \rho_{Ж}}}{K_{П}^m \cdot УЭС}\right) \cdot \left(1 + \frac{K_{ГЛ}}{K_{П}} \cdot \frac{\rho_{Ж}}{\rho_{ГЛ,р}}\right) \end{cases}$$

где  $K_{Г}$  – коэффициент газонасыщенности, д. ед.;  $\rho_{Ж}$  и  $\rho_{ГЛ,р}$  – сопротивление жидкости и агрегатов глинистых частиц, находящихся в породе в рассеянном состоянии, Омм;  $a, b, m, n$  – коэффициенты уравнения Арчи-Дахнова. Такая система имеет аналитическое решение только при  $n=m=2$ , в то время как графическое решение может быть получено и для других коэффициентов (рисунок 1 б). Достоверность оценки свойств породы снижается в зоне слабой газонасыщенности. Необходимо отметить большую чувствительность расчетных величин к глинистости отложений и, следовательно, к качеству ее определения.

Пример использования всех описанных подходов приведен на рисунке 3. Отмечается хорошая сходимость величин пористости, полученных различными методами.

Таким образом, для оценки пористости газонасыщенных пластов в качестве базового можно рекомендовать комплекс ГК-НК-ГГКп, характеризующийся наибольшей стабильностью получаемых результатов и наименьшей чувствительностью к погрешностям исходных данных. Для определения пористости в скважинах с ограниченным объемом ГИС может быть использован комплекс ГК-НК-УЭС и статистические зависимости, что позволит увеличить объем петрофизической информации при построении геологических и гидродинамических моделей месторождений и значительно улучшить качество последних.

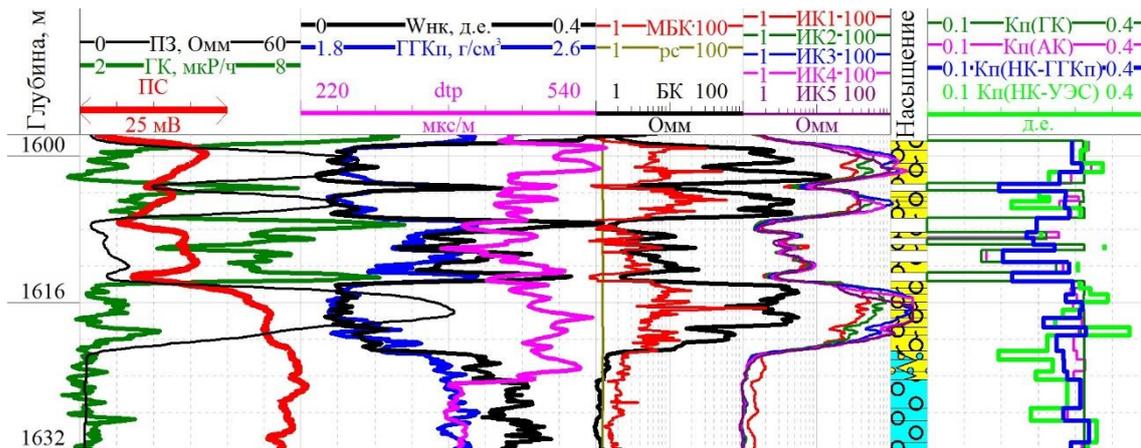


Рис. 3 Пример расчета пористости газонасыщенных пластов различными методами.

Литература

1. Вендельштейн Б.Ю., Золоева Г.М., Царева Н.В. и др. Геофизические методы изучения подсчетных параметров при определении запасов нефти и газа. – М.: Недра, 1985. – 248 с.
2. Головацкая И.В., Гулин Ю.А., Ручкин А.В. Методика определения пористости газонасыщенных пород по комплексу ГГК, НК, ПС // Геология нефти и газа. – 1982. – №12. – С. 6–9.
3. Quintero L.F., Bassiouni Z. Porosity determination in gas-bearing formations // SPE Permian Basin Oil and Gas Recovery Conference. – Midland, Texas, 1998. – p. 212–218.

**ФИЗИКО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МОНГОЛИИ**

**Отгонбаяр Сансар**

Научный руководитель доцент Орехов.А.Н

*Национальный Исследовательский Томский Политехнический Университет, г. Томск, Россия*

В связи с возрастанием потребностей в медном сырье в Монголии возникает необходимость в расширении его сырьевой базы. До настоящего времени проведен большой объем геолого-геофизических исследований, в результате чего выявлено более шестисот рудопроявлений меди.

## СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Практическая ценность многих проявлений меди не полностью определена, в связи с чем необходим значительный дополнительный объем геолого-геофизических работ для решения вышеуказанной задачи и определения рационального комплекса методов поисков медно-молибденовых месторождений.

Автором проанализированы результаты большого количества ранее проведенных поисковых геолого-геофизических работ на медь в Монголии и произведены их сопоставление с данными аналогичных работ в других районах мира, в результате чего сделаны следующие основные выводы.

В региональном плане на территории Монголии наиболее перспективными районами для проведения общепроисковых работ на медь являются области развития гранитоидных интрузий, характеризующихся в физических полях незначительной магнитной интенсивностью, гравитационными минимумами и повышенными содержаниями калия по данным аэроспектрометрической съемки. Такое сочетание полей свидетельствует о том, что формирование гранитоидных интрузий происходило на незначительных глубинах при сравнительно небольшой температуре (порядка 200-430°C) что является благоприятным условием для образования месторождений медных руд.

Наличие интенсивных магнитных аномалий, повышенных гравитационных полей и пониженное содержание калия над областями развития интрузивных образований свидетельствует о том, что в их составе преобладают более плотные магнитосодержащие минералы основного состава и эти районы являются мало перспективными для постановки поисковых работ на медь.

В свете вышеизложенного, наиболее рациональным комплексом геофизических методов на начальной стадии поисков оруденений и месторождений меди является проведение площадных гравиметрических исследований в масштабе 1:100000-1:200000 и комплексной аэрогеофизической съемки масштаба 1:50000.

После выполнения региональных поисковых геолого-геофизических исследований на выявленных перспективных участках в пределах интрузивных комплексов необходимо проведение более детальных работ. Рациональный комплекс геофизических исследований при этом должен включать себя наземные площадные методы ВП, ЕП и магниторазведку в более детальном масштабе. Аномалий повышенной поляризуемости в сочетании с пониженными значениями поля  $T_0$  и удельного электрического сопротивления, а также с повышенными значениями естественного электрического потенциала свидетельствуют о высокой вероятности обнаружения в пределах интрузивных комплексов медно-порфировых месторождений. По мере отсутствия какого-либо из этих признаков ( $f_k$ ,  $J^*k$ ,  $\delta T$ ,  $U_k$ ) поисковая ценность изучаемого объекта соответственно снижается.

Вулканогенные, субвулканические, вулканогенно-осадочные и осадочные комплексы в Монголии малоперспективны в отношении обнаружения в их пределах медно-порфировых оруденений и месторождений. Кроме того, разрешающая способность геофизических методов при этом резко снижается.

Физические свойства пород и руд на территории Монголии, как и в других регионах мира, изменяются, в основном, в зависимости от их литологического состава. Магнитная восприимчивость и плотность интрузивных и эффузивных образований постепенно возрастает от кислой до основной разновидности, а естественная радиоактивность уменьшается. Электрическое сопротивление и поляризуемость пород изменяются в определенных интервалах в зависимости от литологического состава. Все аномальные отклонения физических свойств пород вулканоплутонического комплекса от вышеуказанной закономерности связаны с вторично-магматическими или постмагматическими процессами. Так, например, магнитная восприимчивость и электрическое сопротивление пород, в зависимости от степени их вторичного изменения (независимо от литологического состава) вначале возрастают, а затем становятся минимальными. В тоже время поляризуемость и радиоактивность их по калию постепенно возрастают.

Для медно-порфировых месторождений и рудопроявлений на территории Монголии характерна строго определенная взаимосвязь физических полей со стадиями рудообразования.

Предрудная стадия характеризуется повышением значений магнитного поля до первых тысяч нТл и удельного электрического сопротивления. Поляризуемость пород в этой стадии остается почти без изменения.

В начальной рудной стадии значения амплитуд магнитного и электрического полей достигают максимума, а поляризуемость пород начинает возрастать до 4-9%.

В средней и поздней рудной стадии с замещением магнитных минералов на сульфидные происходит обратное изменение некоторых физических полей т.е интенсивность магнитного и электрического полей уменьшается до минимума, а поляризуемость продолжает возрастать до 20%.

В послерудной и в гипергенной стадии рудообразования физические поля в основном остаются без изменения. Однако, с выделением вторично сульфидных минералов в зоне застойных подземных вод, возможно, появляется непрерывная гальваническая связь электропроводящих минералов в разрезе в результате чего могут вызваться естественный электрический потенциал с интенсивностью до 250 мВ.

Опираясь на все вышеперечисленные факты и установленные закономерности, можно делать предварительную оценку перспективности рудопроявлений меди на начальной стадии поисковых работ.

### Литература

1. Вахромеев Г.С., Дэндэвчулуун Б. Физико-геологическая модель медно-порфирового месторождения и перспективная оценка геофизических аномалий в Монголии. Применение геофизических методов при поисках и разведке меднорудных месторождений. – Свердловск, 1984. –125 с.
2. Геология Монгольской Народной Республики. Т. 3: Полезные ископаемые. // М.: Недра. – 1977 г.

**ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ, ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ И ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ  
ХАРАКТЕРИСТИКИ ЮРСКОГО НЕФТЯНОГО КОЛЛЕКТОРА ПО ДАННЫМ СКВАЖИННОЙ  
ГЕОЭЛЕКТРИКИ И ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

**Д.М. Павлова**

Научный руководитель профессор, д. техн. наук И.Н. Ельцов  
*Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, г. Новосибирск,  
Россия*

*Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия*

По радиальному профилю удельного электрического сопротивления (УЭС) оцениваются такие важные для нефтяной отрасли свойства продуктивного пласта, как пористость, проницаемость и нефтенасыщенность, но неоднозначность решения этой обратной задачи по данным скважинной геоэлектрики довольно высока. Для сужения области эквивалентности предложена методика интерпретации на основе единой многофизической модели, включающей геоэлектрические, гидродинамические и геомеханические параметры [1].

Для определения фильтрационно-емкостных свойств среды (ФЕС) решается система уравнений переноса консервативной примеси и двухфазной фильтрации несмешивающихся жидкостей (вода и нефть). Полученное в результате решения системы радиальное распределение водонасыщенности и минерализации пластовой воды пересчитывается в радиальный профиль УЭС по обобщенному закону Арчи-Дахнова [1].

В работе была проведена интерпретация по данной методике на примере экспериментальных данных по юрскому нефтяному коллектору (ЮС2) для двух месторождений Западной Сибири – Рускинского и Тевлинско-Рускинского.

Отложения ЮС2 представлены песчаниками в основном мелкозернистыми, редко среднезернистыми, алевролитами и неотсортированными разностями с каолинито-гидрослюдистым цементом порового и базального типов. Коллектор характеризуется большой глубиной залегания (2700-2900 м) и высокой нефтенасыщенностью (85-95%), отличается сильной региональной изменчивостью, сложным строением проницаемой части разреза и средними фильтрационными свойствами (проницаемость 8-20 мД, пористость 15-19%) [4-5]. Его плотность по данным гамма-гамма-плотностного каротажа – 2400 кг/м<sup>3</sup>, минерализация пластовой воды – 25-40 г/л. На Рускинском месторождении ЮС2 имеет значительную мощность – 11 м, а также высокую нефтенасыщенность (более 90%). На Тевлинско-Рускинском месторождении ЮС2 менее мощный (мощность 2 м), по данным кавернометрии неоднороден по вертикали и отличается меньшей нефтенасыщенностью (70-80%).

Интерпретация данных скважинной геоэлектрики на основе единой многофизической модели проводилась в три этапа:

- Совместная инверсия данных высокочастотного индукционного каротажного изопараметрического зондирования (ВИКИЗ) и бокового каротажного зондирования (БКЗ) и построение геоэлектрической модели коллектора: определялись значения УЭС и размеры радиальных зон от скважины к неизменной части пласта в процессе совместной инверсии данных. Выполнялась в программной системе EMF Pro [2].

- Гидродинамическое (фильтрационное) моделирование с учетом напряженно-деформированного состояния и геомеханических характеристик пород: варьировались гидрофизические параметры модели коллектора, чтобы радиальный профиль УЭС для этой модели соответствовал профилю, определенному по данным каротажа. Выполнялось в программном комплексе GENM [3].

- Анализ полученных результатов с учетом априорной геологической информации и выбор итоговой модели продуктивного пласта.

Для обоих месторождений на первом этапе интерпретации был получен набор эквивалентных радиально-слоистых моделей. Особый интерес для дальнейшего исследования представляет высокоомный цилиндрический слой небольшой толщины (промытая зона), полученный для Рускинского месторождения. Его высокое УЭС (более 120 Ом·м во всех эквивалентных моделях) может быть связано не только с проникновением пресного фильтрата глинистого бурового раствора в поры прискважинной области пласта, но и с уплотнением горных пород в этой зоне при механическом воздействии во время бурения.

Перед проведением фильтрационного моделирования было оценено влияние изменения входных параметров модели коллектора на радиальное распределение УЭС.

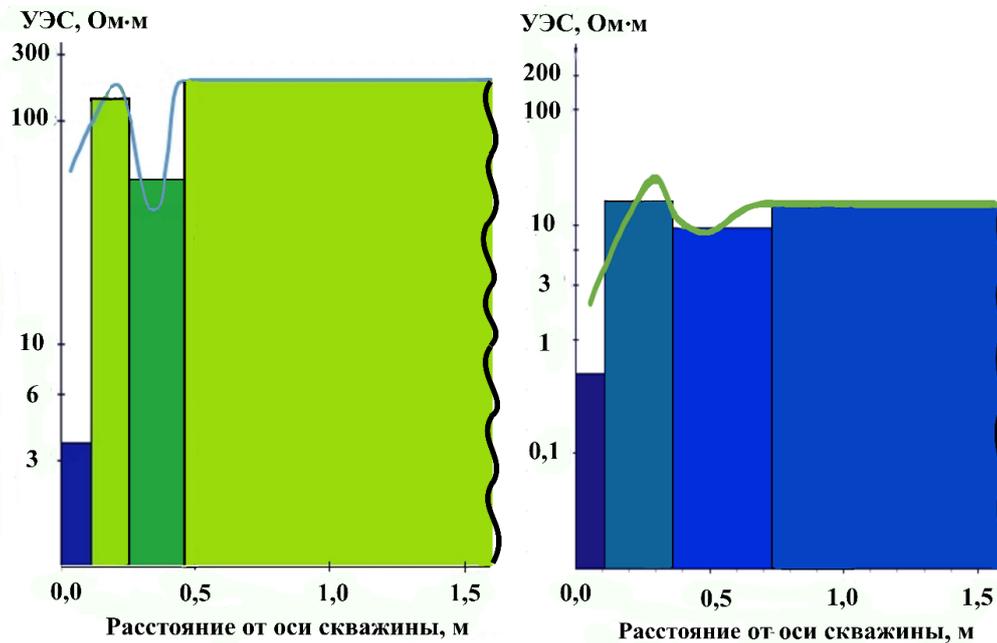
По результатам расчетов, наибольшую чувствительность сигнал (удельное распределение УЭС) имеет к таким характеристикам, как пористость, нефтенасыщенность, минерализация пластовой воды, минерализация бурового раствора и параметрам глинистой корки (пористость и проницаемость). Значительно меньше влияют на результат моделирования предел прочности породы на сдвиг, исходная проницаемость пласта и плотность вмещающих горных пород.

Уменьшение проницаемости пород в прискважинной зоне, вызванное уплотнением горных пород из-за механического воздействия при бурении, приводит к увеличению УЭС промытой зоны и расширению зоны проникновения.

В результате количественной интерпретации на основе единой многофизической модели получены ФЕС коллектора. В множестве эквивалентных геоэлектрических моделей, полученных в ходе инверсии данных ГИС в скважинах Рускинского и Тевлинско-Рускинского месторождений, установлены модели, удовлетворяющие гидродинамическим и геомеханическим условиям. Установлено, что использование фильтрационного моделирования в программном комплексе GENM позволяет уменьшить неоднозначность решения обратной задачи и повысить достоверность определения параметров продуктивного пласта.

**СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

Для Русскинского месторождения подтверждено, что наличие высокоомного слоя можно объяснить двумя одновременно происходящими процессами: образованием зоны уплотнения породы вблизи скважины в результате механического воздействия при бурении и замещением свободных соленой пластовой воды и нефти фильтратом пресного глинистого бурового раствора.



**Рис. 1** Радиальный профиль УЭС по данным гидродинамического моделирования (синяя линия) и одномерная четырехслойная модель, полученная в результате инверсии данных ВИКИЗ и БКЗ.

По данным электрокаротажа в скважине Тевлинско-Русскинского месторождения наличие высокоомного прискважинного слоя не установлено. То есть, в этом случае зона уплотнения вблизи скважины, по-видимому, отсутствует, что может быть обусловлено использованием более соленого полимер-глинисто-карбонатного бурового раствора и другими геомеханическими условиями при бурении.

**Литература**

1. Ельцов И.Н., Назарова Л.А., Назаров Л.А., Нестерова Г.В., Соболев А.Ю., Эпов М.И. Скважинная геоэлектрика нефтегазовых пластов, разбуриваемых на репрессии давления в неравнокомпонентном поле напряжений // Геология и геофизика. – 2014. – Т. 55. – №5-6. – С. 978–990.
2. Ельцов И.Н., Власов А.А., Соболев А.Ю., Фаре А.Н., Байкова М.А. Обработка, визуализация и интерпретация геофизических исследований в скважинах в системе EMF Pro. – Новосибирск: Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, 2016. – 94 с.
3. Свидетельство о гос. регистрации программ для ЭВМ № 2012619496 РФ. ГЕНМ / Назаров Л.А., Назарова Л.А., Нестерова Г.В., Ельцов И.Н. Правообладатель: Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН. – № 2012619496 от 19.10.2012.
4. Нечаева А.Г., Нестерова Г.В., Ельцов И.Н. Характеристика геоэлектрических моделей высокоомных среднеюрских коллекторов // XII Международные научный конгресс и выставка ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ-2016. – Сборник материалов международной научной конференции «Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология». – Новосибирск, СГУГиТ. – 2016. – Т. 1. – С. 246–250.
5. Цику Ю.К. Исследование и разработка методов контроля и оптимизации выработки запасов многопластовых объектов при одновременно-раздельной эксплуатации (на примере Русскинского месторождения). Дис. канд. техн. наук. – Москва, 2015 г. – 146 с.

**ПРИМЕНЕНИЕ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОГО ИМПУЛЬСНОГО НЕЙТРОН-ГАММА КАРОТАЖА  
ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕКУЩЕЙ НЕФТЕГАЗОНАСЫЩЕННОСТИ В ТЕРРИГЕННЫХ ПЛАСТАХ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮЖНОГО ШЕЛЬФА ВЬЕТНАМА**

**О.В. Погребняк**

Научный руководитель профессор, д.т.н. Ю.В. Коноплев  
**Кубанский государственный университет г. Краснодар, Россия**

Совместное российско-вьетнамское СП «Вьетсовпетро» ведет разработку крупнейших месторождений на шельфе Вьетнама – Белый Тигр и Дракон. Основной объем добычи до 75% приходится именно на разрез

фундамента, остальная часть добывается из терригенных коллекторов нижнемиоценовых и верхнеолигоценых отложений. На сегодня эти месторождения находятся в стадии постоянного снижения добычи нефти и растущего обводнения продукции, происходит перераспределение добываемых объемов от фундамента в сторону терригенного разреза. На данном этапе на первое место выходит геофизический контроль за текущим насыщением нижнемиоценовых и верхнеолигоценых объектов, поиска пропущенных нефтенасыщенных толщин. До 2016 года планомерный геофизический контроль за изменением текущего насыщения не проводился. Для определения границ контакта выполнялись только исследования PLT, что давало лишь информацию постфактум. Сами месторождения состоят из многочисленных блоков, ограниченных глубинными разломами, поэтому терригенная часть разреза характеризуется значительной изменчивостью по латерали, что требует значительных объемов исследований для контроля продвижения контакта и внесения коррективов в систему разработки.

Таблица 1

**Основные свойства нефти залежей нижнего миоцена и верхнего олигоцена**

Параметр	Нижний миоцен	Верхний олигоцен
Давление насыщения, МПа	14-20	10-16
Газосодержание, м <sup>3</sup> /т	90-115	60-100
Объемный коэффициент	1.3-1.4	1.25-1.3
Вязкость в пластовых условиях, Мпа*с	1.07-1.8	1.35-2.96
Плотность в пластовых условиях, г/см <sup>3</sup>	0.71-0.76	0.73-0.76

Задача определения текущего насыщения олигоценых и миоценовых коллекторов сводится к выполнению исследований в условиях сильной литологической неоднородности залежей по площади и разрезу, высоких значениях глинистости, а также относительно низкой минерализации пластовых и смешанных вод ППД, низких значениях газового фактора и высоких плотностях нефти в пластовых условиях.

Основными методами контроля текущего насыщения коллекторов на разрабатываемых месторождениях являются радиоактивные стационарные и импульсные методы. Так как влияние заполнения ствола скважины (смесь флюидов, нефть, вода, газ ствола), литологическая неоднородность, наличие многоколонных конструкций на показания стационарных радиоактивных методов очень значительное, они были сразу исключены из перспективных к использованию.

Для контроля текущего насыщения к рассмотрению были взяты ИННК с оценкой сечения захвата ( $\Sigma$ ) и углерод-кислородная (C/O) модификация ИНГК-С. Первый метод характеризуется слабым влиянием заполнения ствола исследуемой скважины, небольшим влиянием конструкции колонн (возможна корректировка), но ограничен нейтронной контрастностью флюидов и диапазоном рабочей пористости. Второй метод (C/O) не зависит от нейтронной контрастности, т.е. минерализация пластовых вод может быть различна, что в условиях ППД делает его наиболее привлекательным. Его ограничениями можно считать конструкцию скважины (максимально исследуемый диаметр), наличие расформировавшейся зоны проникновения, неоднородность заполнения ствола в интервале исследования. Таким образом, эти два метода ( $\Sigma$  и C/O) могут дополнить друг друга или получить дополнительную информацию, которая способствует корректному определению текущей насыщенности коллекторов. Анализируя рынок подобных аппаратных комплексов, выбор пал на прибор RAS компании Hunter Well Science. Данный прибор включает в себя модуль RAS-Sigma (каротаж сечения захвата), RAS-CO (углерод-кислородный каротаж), а также модуль ГК и ЛМ (табл. 2 [3]).

Таблица 2

**Основные характеристики прибора RAS Hunter**

Параметр	Значение
Температура/ Давление	160°С/100Мпа
Диаметр/длина/вес	43мм/4610мм/20кг
Генератор нейтронов	14Мэв
Детекторы (ближний, дальний)	LaCl <sub>3</sub>
Частота генератора в режиме CO / $\Sigma$	6,25кГц/500Гц
Скорость записи CO/ $\Sigma$	100/350 м/час

Каротаж прибором RAS Hunter после обработки первичных данных позволяет получить следующие интерпретационные кривые:  $\Sigma$  ( $\tau$ ) пласта, отношение C/O, ГК, ЛМ и расчетную нейтронную пористость (НРН).

Опытно-промышленное внедрение  $\Sigma$ +C/O каротажа началось в СП «Вьетсовпетро» в 2016 году. Начальные каротажы проводились в заглушенных скважинах с извлеченным ВСО (внутрискважинным оборудованием) при КРС. Заполнение ствола однородное – морская вода (плотность 1.03 г/см<sup>3</sup>, минерализация 33 г/л). В 2017 г. проведен первый каротаж в остановленной скважине с наличием ВСО (НКТ, пакера, ОРЭ-оборудование раздельной эксплуатации объектов). В этой скважине исследования C/O были осложнены заполнением затрубного и трубного пространства различными флюидами (вода, нефть, газ).

**СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

Обработка и интерпретация данных ИНК выполнялась в специализированном ПО компании Hunter, позволяющего учесть влияние конструкции и заполнения ствола скважины.

Расчет текущего Кв (Sw) по методу  $\Sigma$  выполнялось по общеизвестной формуле [1]:

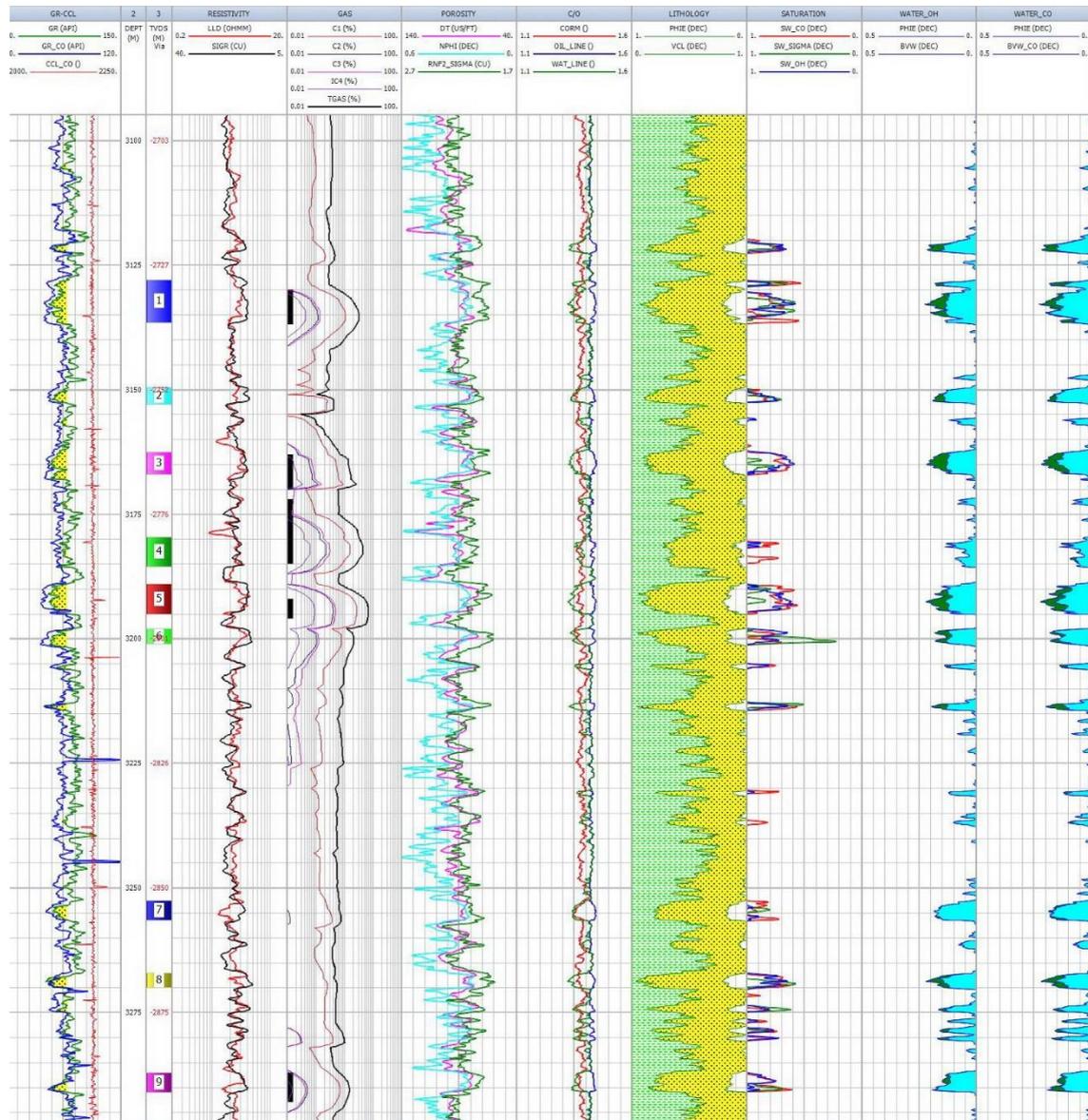
$$S_{w(PNL)} = \frac{(\Sigma_{log} - \Sigma_m) - \phi * (\Sigma_o - \Sigma_m) - V_{sh} * (\Sigma_{sh} - \Sigma_m)}{\phi * (\Sigma_{wf} - \Sigma_o)}$$

где  $\phi$  – общий объем пор, заполненный флюидами;  $\Sigma_m, \Sigma_{sh}$  – значения сигмы для матрицы и глин вмещающий поры;  $\Sigma_o, \Sigma_{wf}$  – сигмы флюидов, заполняющих поровое пространство.

Расчет текущего Кв по методу C/O выполнялся по формуле

$$S_{OCO} = \frac{(CORM - C_w)}{(C_o - C_w)}$$

где  $C_w = \text{PHIT} * m_w + b_w, C_o = \text{PHIT} * m_o + b_o, CORM$  – отношение C/O с учетом поправок за условия,  $m_w, b_w, m_o, b_o$  – константы, выбираемые по специализированным палеткам производителя прибора и ПО [2].



**Рис.1 Пример каротажа в новой скважине**

Полученные значения Кв (по  $\Sigma$  и C/O) сравнивались между собой и с Кв, рассчитанному по каротажу в открытом стволе. В подавляющем большинстве случаев текущий коэффициент водонасыщенности совпадал с начальным Кв в пластах, которые не затронула разработка. В пластах же, разработка которых велась длительно,

Кв был значительно повышен или соответствовал остаточной насыщенности, т.е. пласты были обводнены частично или полностью.

Полученные результаты позволили продолжить добычу нефти в нескольких скважинах, которые подлежали физической ликвидации (ФЛС). Одна скважина под ФЛС, в которой нефтенасыщенные толщины не были обнаружены, была ликвидирована.

В 2017 году были проведены исследования  $\Sigma$  и C/O в скважинах сразу после обсадки колонной и цементирования. Цель данных исследований – получение фонового замера, оценка проникновения фильтрата в пласт и возможности методов в таких условиях. С первого взгляда результаты получены противоречивые – в одном случае расчетные Кв по  $\Sigma$  и C/O совпали с Кв, рассчитанному по электрическим методам (рис. 1). В другом случае совпадение наблюдалось в незначительной группе пластов.

Можно сделать вывод, что использование связи методов  $\Sigma$  и C/O позволяет с требуемой точностью определить текущее насыщение объектов на месторождениях СП «Вьетсовпетро» и получить дополнительный прирост добычи.

#### Литература

1. Анализ данных промысловых исследований: справочник / А.Асланян [и др.] // Дубай, ОАЭ, 2017 г. – 215 с.
2. Подсчет запасов нефти и растворенного газа. Отчет по НИР / СП «Вьетсовпетро» – 2010 г. – 70 с.
3. RAS (Reservoir Analysis System) (презентация) / Hunter Well Science. – США, 2016 г. – 30 с.

### ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ И ТЕРМИЧЕСКОЙ ИСТОРИИ КЫНДАЛСКОГО ГРАБЕНА БУРЕЙНСКОГО БАСЕЙНА (ДАЛЬНИЙ ВОСТОК РОССИИ)

П.Н. Прохорова<sup>1</sup>

профессор В.И. Исаев<sup>1</sup>, зав. лаб. тектоники осадочных бассейнов Е.П. Развозжаева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

<sup>2</sup>Институт тектоники и геофизики ДВО РАН, г. Хабаровск, Россия

*Постановка задачи.* Моделирование осадочных бассейнов позволяет проследить эволюцию осадочного бассейна во времени по мере заполнения его осадками, которые в конечном итоге могут образовывать или содержать углеводороды. На сегодняшний день существуют большое количество компьютерных программ по моделированию бассейнов: MatOil, Genex, Temis, PetroMod, ГАЛО (МГУ) и др.

В Дальневосточном регионе компьютерное моделирование применялось при изучении осадочных бассейнов Сахалина и Охотоморья. Бассейны континентальной части Дальнего Востока изучены значительно хуже, есть примеры применения компьютерных технологий расчета термической истории лишь для одной из площадей в Переяславском грабене [2].

*Основная цель исследования* – оценка реализации нефтегазового потенциала юрско-меловых отложений Кындалского грабена путем проведения одномерного моделирования тектонической и термической истории осадочного разреза трёх глубоких скважин 1С, 1А и 1ПР.

При моделировании выделяются два этапа. Первый этап включает создание базы геологических, геофизических и геохимических данных по строению и развитию бассейна и подготовку исходных параметров для моделирования бассейна. Блок ввода данных включает: данные по современной структуре бассейна, абсолютные датировки геологических границ, периоды размывов/отсутствия осадконакопления, значения векового хода температур на поверхности Земли, измеренные значения отражательной способности витринита. Второй этап – непосредственно процесс моделирования: истории погружения, параметров рифтогенеза, тепловой истории и генерации углеводородов в бассейне.

*Буреинский бассейн* (ББ) является наиболее хорошо сохранившимся элементом Буреинского краевого прогиба в составе пограничной структуры, разделяющей Буреинский массив и Сихотэ-Алинский орогенный пояс (рис. 1) [3].

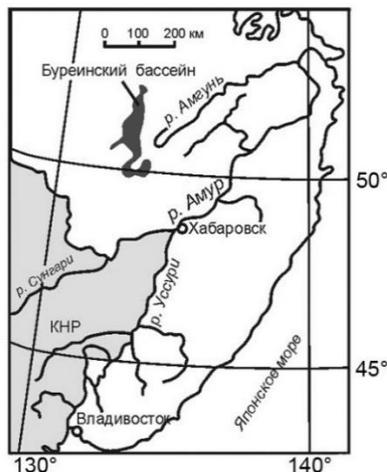


Рис. 1. Географическое положение Буреинского бассейна.

**СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

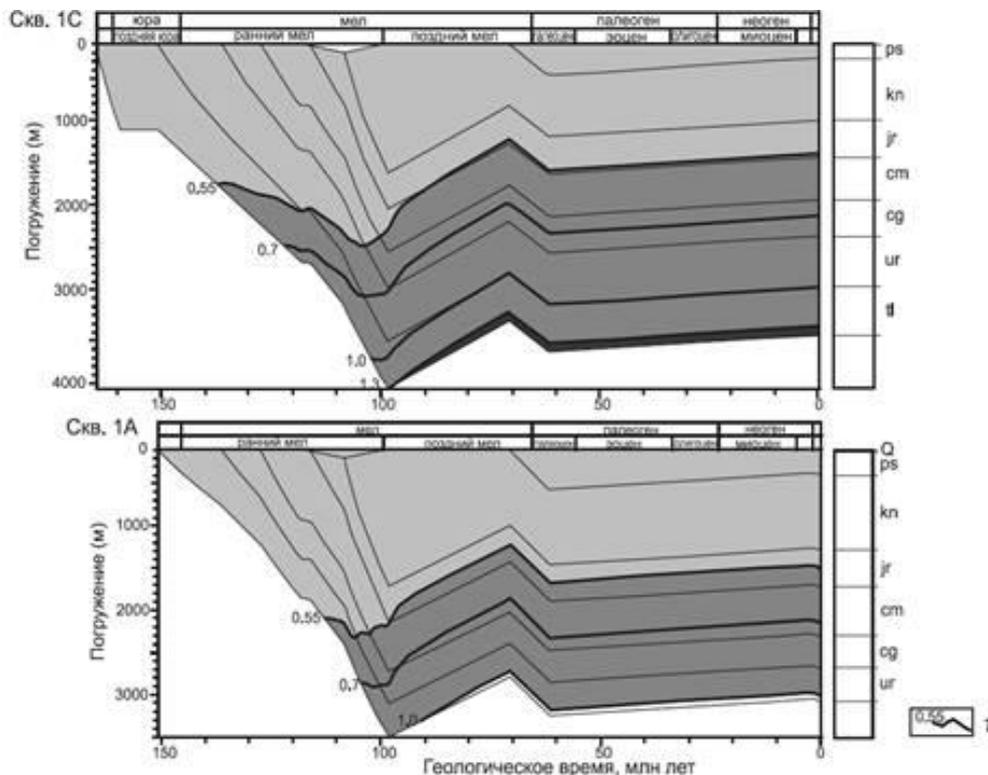
В осадочном чехле ББ выделяются нижняя моласса, представленная верхнетриасово-юрскими морскими осадками и верхняя моласса, сложенная среднеюрско-меловыми континентальными угленосными отложениями. Последние слагают в центральной части ББ крупную синклиналиную структуру – Кындалскую грабен-синклинали, осложненную в центральной части Кындалским грабеном (КГ).

КГ изучен наиболее детально, здесь проведены сейсморазведочные работы МОГТ, пробурено пять глубоких скважин (более 3 км), в их числе три скважины, по которым проведено 1D моделирование. Он вытянут в север-северо-восточном направлении на 56 км при максимальной ширине 17 км. Осадочный разрез КГ включает (снизу вверх) талынджанскую (tl) свиту, ургальскую (ur) серию, чагдамынскую (cg), чемчукинскую (cm), йорекскую (jr), кындалскую (kn) свиты и песчаниковую (ps) толщу [1].

*Тектоническая история и тепловой поток.* В результате моделирования сформулированы следующие выводы. Основание ББ в пределах КГ погрузилось на максимальную глубину 98 млн лет тому назад, в начале позднего мела. Наибольшее погружение до глубины 4089 м зафиксировано в скв. 1С. В скв. 1А и ПР общее погружение составило 3338 м и 3437 м, соответственно.

Формирование Кындалской грабен-синклинали происходило при значениях теплового потока из основания 49-51 мВт/м<sup>2</sup>. В период растяжения тепловой поток постепенно увеличился до значений 51-52 мВт/м<sup>2</sup>. В нашей модели высокая скорость седиментации получена для кындалской свиты, что обусловило некоторое уменьшение значений теплового потока во время ее отложения. После окончания этапа рифтогенеза тепловой поток постепенно снизился до 48-49 мВт/м<sup>2</sup>.

*Палеозоны нефтегазообразования.* В соответствии с вертикальной зональностью катагенеза и размещения залежей нефти и газа по результирующим оценочным графикам Ro идентифицированы зоны нефтегазообразования [4]: (0.1 < Ro < 0.55) – зона интенсивного образования УВ газов; (0.55 < Ro < 1.3; 50-150 °С) – главная зона нефтеобразования; (Ro > 1.3; 150-200 °С) – зона интенсивного образования жирного конденсатного и глубже – сухого УВ газа. Согласно предложенной классификации, история созревания УВ, полученная по трем моделируемым скважинам, предполагается следующая (рис. 2). В период (165-150) млн лет назад во время накопления талынджанской свиты и последовавшего затем перерыва погружения и прогрева территории было недостаточно для образования углеводородов. В следующий период отложения ургальской-чемчукинской свит 150-118 млн лет назад мощность осадочного чехла в наиболее погруженных областях достигла 2.5 км. Талынджанская свита прогрелась до температуры 100-120°С, а значения отражательной способности витринита перешли отметку 0.55 %, то есть породы свиты достигли главной фазы нефтеобразования (ГФН). В период накопления йорекской-кындалской свит 116-98 млн лет назад в нефтяное окно вошли ургальская, чагдамынская, чемчукинская и частично йорекская свиты. Приблизительно 95 млн лет назад в низах талынджанской свиты показатель Ro превысил значение 1.3 %, осадочные отложения свиты перешли в нижнюю фазу газогенерации.



**Рис. 2. Катагенетическая зрелость пород осадочного чехла Кындалского грабена по результатам одномерного моделирования. 1 - кривая изменения отражательной способности витринита, Ro.**

**Заключение.** В настоящий момент основной объем талынджанской свиты, ургальская, чагдамынская, чемчукинская и нижняя часть йорекской свиты продолжают находиться в ГФН, верхи йорекской и кындальской свит находятся в верхней фазе, а низы талынджанской свиты – в нижней фазе газообразования. Таким образом, кындальская свита может генерировать газ, для чемчукинской-ургальской свит сохраняются условия для нефтеобразования, а талынджанская и йорекская свиты могут генерировать нефть и газ.

Литература

1. Буреинский осадочный бассейн: геолого-геофизическая характеристика, геодинамика, топливно-энергетические ресурсы / Отв. ред. Г.Л. Кириллова. – Владивосток: Даль-наука, 2012. – 360 с. (Серия «Осадочные бассейны Востока России» / Гл. ред. А.И. Ханчук. – Т. 4).
2. Гуленок Е.Ю., Исаев В.И., Косыгин В.Ю., Лобова Г.А., Старостенко В.И. Оценка нефтегазоносности осадочных бассейнов Дальнего Востока и Западной Сибири по данным гравиметрии и геотермии // Тихоокеанская геология. – 2011. – Т. 30. – №4. – С. 3–18.
3. Забродин В.Ю. Зона сочленения Буреинского массива с Сихотэ-Алинской складчатой системой // Бюлл. МОИП. Отд. геол. – 2010. – № 1. – С. 1–22.
4. Hantschel T., Kauerauf A. I., Fundamentals of Basin and Petroleum Systems Modeling // Springer Science & Business Media, 2009. – 476 p.

**ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ МЫЛЬДЖИНСКОГО И КАЗАНСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

**И.Д. Рагозин**

Научные руководители доцент Ю.В. Колмаков, доцент Г.Г. Номоконова  
**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Важность изучения геофизических свойств баженовской свиты определяется двумя положениями. Во-первых, битуминозные карбонатно-кремнисто-глинистые отложения баженовской свиты являются нефте-материнскими породами для верхнеюрских залежей [2]. Во-вторых, «установлено, что геофизическая характеристика баженовской свиты является показателем нефтеносности разреза в целом» [4] и различается в разрезах разной нефтепродуктивности.

*Цель исследования* – выявление возможной взаимосвязи геофизических свойств баженовской свиты и продуктивности пластов горизонта Ю1 на нефтегазоконденсатных месторождениях (НГКМ) юго-востока Западной Сибири (Томская область).

*Объекты и методы исследования.* Изучены НГКМ Томской области (ТО): Мыльджинское (скв. 127, 208, 125), Казанское (скв. 2\_6, 3\_11) и Останинское (скв. 418, 417) (курсивом – менее продуктивные разрезы). Суммарная продуктивность пластов горизонта Ю1 «П» оценивалась как сумма произведения мощности, пористости и нефтегазонасыщенности, на Останинском НГКМ – по качеству притока. Был сделан качественный и количественный (статистический) анализ показаний методов геофизических исследований скважин (ГИС) разведочного комплекса, в статье приведены данные наиболее информативных для достижения поставленной цели методов: БК – боковой электрический каротаж; ГК – гамма-каротаж; ИК – индукционный каротаж; НКТ – нейтронный каротаж по тепловым нейтронам (табл.).

*Результаты исследований* приведены на рис. 1-3 и в табл. и кратко сводятся к следующему.

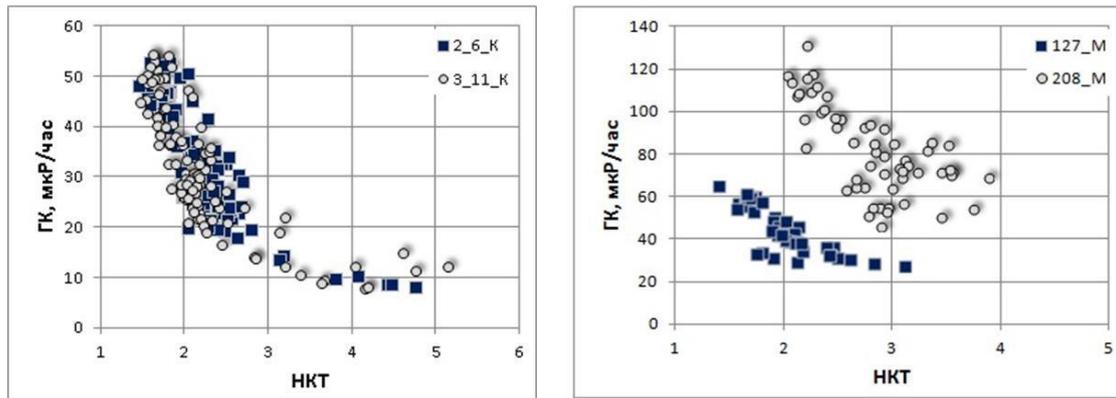
**Таблица**

**Средние значения и стандартные отклонения (в скобках курсивом) геофизических параметров баженовской свиты изученных разрезов**

Месторождение, скв.	Мощность, м	П, м*(%)^2	ИК, мСим/м	ГК, мкР/час	НКТ	
Мыльджинское, 125	12,2	11523,2	47,1 (40,2)	69,0 (21,2)	4,2 (0,77)	
Казанское	2_6	22,8	21123,7	71,8 (20,9)	30,4 (11,1)	2,28 (0,55)
	3_11	22,0	8228,5	77,1 (20,8)	31,7 (12,1)	2,21 (0,69)
Останинское	418	22	Приток УВ	35,8 (33,5)	40,0 (10,9)	1,67 (0,18)
	417	25,0	Вода	44,5 (15,7)	44,4 (11,4)	1,73 (0,20)

На всех изученных НГКМ выявлена взаимосвязь геофизической характеристики баженовской свиты и продуктивности ниже залегающих пластов горизонта Ю1. Разрезы с разной продуктивностью пластов различаются по геофизическим параметрам баженовской свиты, однако это различие индивидуально на каждом месторождении.

**СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

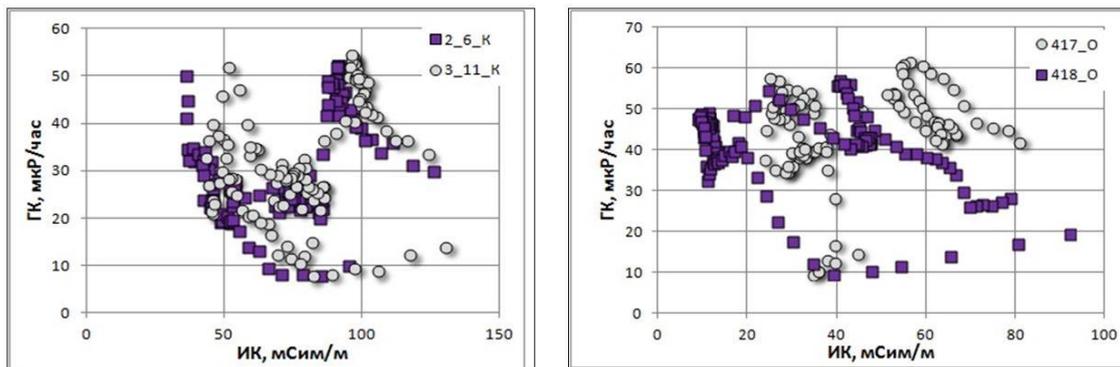


**Рис. 1 Поля корреляции показаний радиоактивных методов ГИС в интервалах баженовской свиты скважин разной продуктивности горизонта Ю1 на Казанском и Мыльджинском месторождениях**

Наиболее тесно взаимосвязаны геофизика баженовской свиты и продуктивность горизонта Ю1 на Мыльджинском НГКМ, локализованном в пределах Среднеvasюганского мегавала. На рис.1 приведены поля корреляции показаний ГК и НКТ двух скважин со значительно различающейся продуктивностью: 12088,5 у скв. 127 и 624 у скв. 208. Поля точек корреляции показаний радиоактивных методов ГИС не перекрываются, и в продуктивном 127 разрезе баженовская свита отличается пониженными показаниями и ГК, и НКТ. Близкие результаты наблюдаются на нефтяных месторождениях ТО, например, на месторождениях Каймысовского свода [5], где пара геофизических параметров баженовской свиты ГК и НКТ также наиболее информативна. В отличие от Мыльджинского НГКМ, на Казанском (рис.1) и Останинском НГКМ [1] баженовская свита в разрезах разной продуктивности по ГК и НКТ практически не различается.

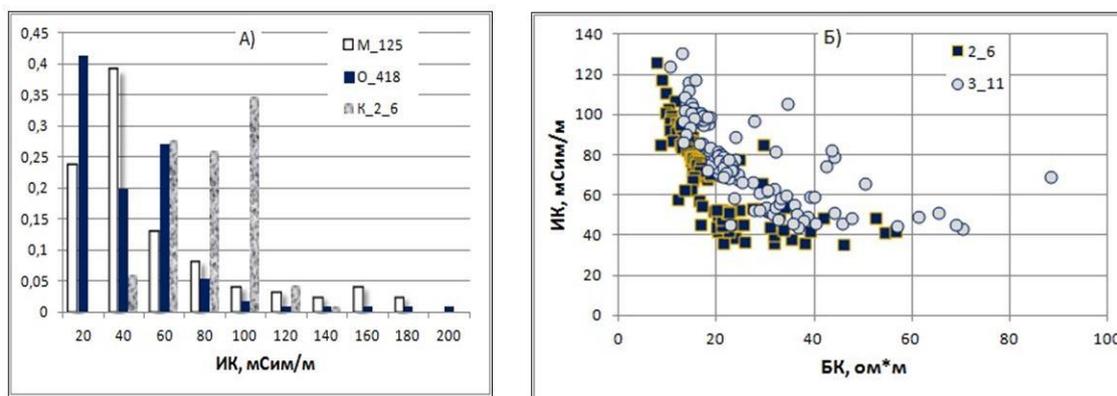
Останинское и Казанское НГКМ, размещенные к юго-востоку от Мыльджинского НГКМ, локализованы в пределах Пудинского мезоподнятия и Калгачского мезовыступа соответственно. Отличительной особенностью баженовской свиты этих месторождений является сложная конфигурация корреляционной зависимости показаний ГК-ИК, указывающая на резкую неоднородность баженовской свиты в отношении основных ее аномальных свойств (рис. 2). Анализ содержания рисунка позволяет заключить, что:

- основная масса точек на Казанском месторождении сосредоточена в области более низких значений ГК и высоких – ИК по сравнению с Останинским месторождением;
- при общей сохранности конфигурации корреляционных зависимостей ГК-ИК поле точек корреляции в продуктивных скважинах смещены в сторону уменьшения значений обоих параметров;
- степень различия геофизической характеристики баженовской свиты в разрезах разной продуктивности горизонта Ю1 выше на Останинском НГКМ.



**Рис. 2 Поля корреляции показаний ГК и ИК в интервалах баженовской свиты скважин разной продуктивности горизонта Ю1 на Казанском и Останинском месторождениях**

Отметим еще одну особенность баженовской свиты на нефтегазоконденсатных месторождениях. Это зависимость между показаниями двух электрических методов ГИС: ИК, измеряющего удельную электропроводность пород, и БК – измеряющего удельное электрическое сопротивление. Между показаниями этих методов ГИС – обратные соотношения. На нефтяных месторождениях зависимости ИК-БК простые, с высоким  $R^2$  [1, 5]. На изученных НГКМ зависимости не только более сложные, но и зависят от продуктивности разреза (рис. 3,Б).



**Рис. 3** Электрические свойства пород баженовской свиты в изученных разрезах.  
**А)** – гистограммы распределения показаний ИК; **Б)** – поле корреляции показаний ИК и БК разрезов разной продуктивности (Казанское НГКМ)

Таким образом, и на нефтегазоконденсатных месторождениях наблюдается зависимость геофизической характеристики баженовской свиты от нефтепродуктивности пластов горизонта Ю1. Выявленные особенности этой зависимости в отдельных изученных месторождениях вполне закономерны в направлении обрамления Западно-Сибирской плиты [2]: в первую очередь, это увеличение мощности баженовской свиты, уменьшение различий в геофизической характеристике баженовской свиты в разнопродуктивных разрезах, увеличение неоднородности физической характеристики (состава) баженовской свиты.

#### Литература

1. Альмендингер И.Л. Геофизические различия месторождений углеводородов в разных геомагнитных структурах // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XVI Международного симпозиума студ., аспирант. и молодых ученых. – Томск, 2012. – Т.1. – С. 350–352.
2. Конторович В.А. Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2002. – 253 с.
3. Конторович А. Э. и др. Нефтематеринские формации Западной Сибири: старое и новое видение проблемы // Органическая геохимия нефтепроизводящих пород Западной Сибири: Тез. докл. науч. совещ., Новосибирск, 12-14 октября 1999 г. – 1999. – С. 10–12.
4. Номоконова Г. Г. Геофизическая характеристика и нефтеносность баженовской свиты // Геофизические методы при разведке недр: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 70-летию основания в Томском политехническом институте кафедры "Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых", 20–23 апреля 2016 г., Томск. – Томск, 2016. – С. 154–157.
5. Чупин Е.А. Геофизические особенности баженовской свиты в разрезах нефтяных месторождений севера Каймысовского свода // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XIX Международного симпозиума студ., аспирант. и молодых ученых. – Томск, 2015. – Т.1. – С. 348–350.

### ТЕРМОПОЛЕ И РАЙОНИРОВАНИЕ СЛАНЦЕВОЙ НЕФТЕНОСНОСТИ ЮЖНОГО СЕГМЕНТА КОЛТОГОРСКО-УРЕНГОЙСКОГО ПАЛЕОРИФТА

**В.В. Стоцкий**

Научный руководитель профессор В.И. Исаев

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

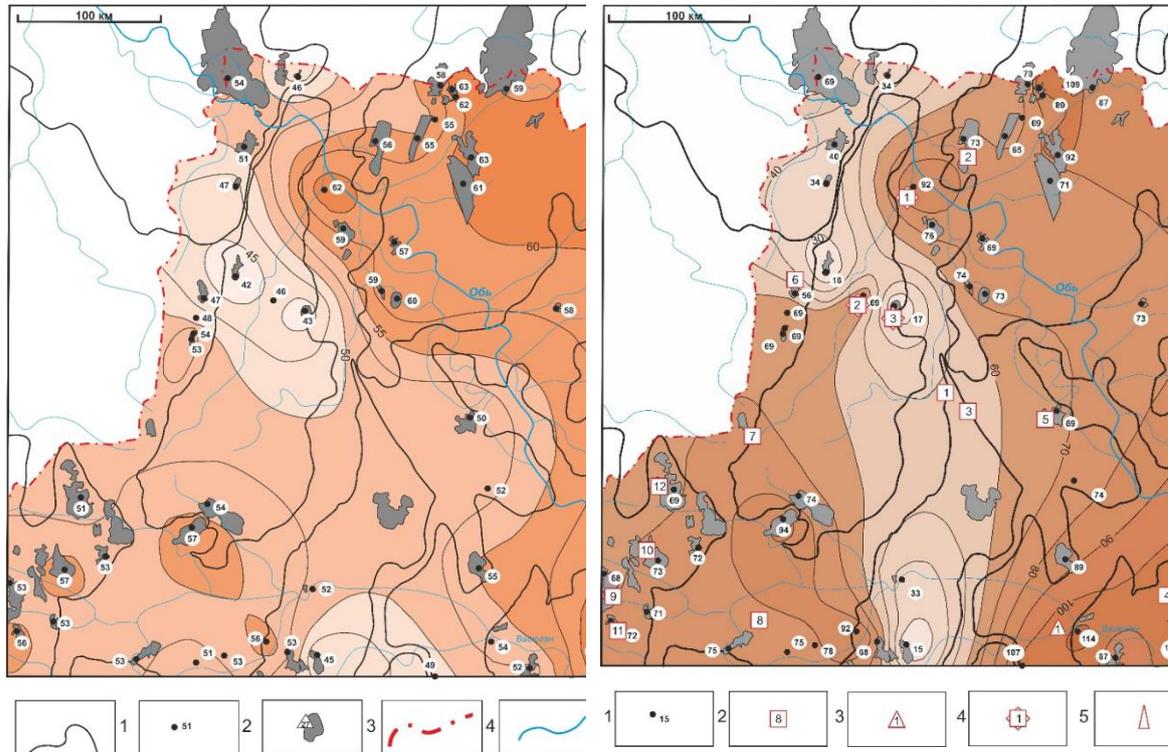
Нефтематеринская баженовская свита (J3bg) является основным источником формирования залежей УВ в ловушках верхнеюрского и мелового НГК [4], а также приоритетной сланцевой формацией юго-востока Западной Сибири [1]. Решающим фактором реализации генерационного потенциала материнских пород является их термическая история [2], реконструкциями которой и определяется время и интенсивность генерации нефти [5].

*Задача исследований* – выделение в пределах территории Колтогорского мезопргиба и структур его обрамления, включающей южный сегмент одноименного палеорифта, перспективных районов для проведения поисков «сланцевой нефти». Этапы исследований – восстановление термической истории баженовской свиты на основе палеотектонических реконструкций и палеотемпературного моделирования, экспресс-расчет плотности генерации баженовских нефтей, сопоставление полученного прогнозного районирования сланцевой нефтеносности с установленными прямыми признаками нефтеносности баженовской свиты.

*Восстановление тектонической и термической истории баженовской свиты* в разрезах 48-ми скважин, достаточно равномерно распределенных по площади, выполнено решением прямых задач геотермии – рассчитаны геотемпературы на ключевые моменты геологической истории формирования разреза. Используя пластовые температуры, полученные при испытаниях скважин, и палеотемпературы, определенные по отражательной

**СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

способности витринита, путем решения обратной задачи геотермии [1] определена величина теплового потока из палеозойского «основания» (рис. 1). Видно, что зона палеорифта характеризуется довольно мозаичным распределением теплового потока с заметным присутствием пониженных значений. В рифтовой зоне нет «следов» возможного аномально высокого теплового потока в конце мелового периода.



**Рис. 1** Схематическая карта распределения значений плотности теплового потока ( $\text{мВт}/\text{м}^2$ ) из доюрского основания Колтогорского мезопрогиба и структур его обрамления (на тектонической основе [5]). 1 – контуры тектонических элементов 1-го порядка; 2 – исследуемая скважина, ее условный индекс и расчетное значение плотности теплового потока,  $\text{мВт}/\text{м}^2$ ; 3 – месторождение углеводородов, его условный индекс; 4 – граница Томской области; 5 – речная сеть.

**Рис. 2** Схематическая карта распределения плотности генерации баженовских нефтей в сопоставлении с прямыми признаками нефтеносности: 1 – скважина и расчетное значение плотности ресурсов, усл. ед.; 2-5 – площади с прямыми признаками нефтеносности баженовской свиты: 2 – признак по керну; 3 – признак при испытании скважины; 4 – признаки при испытании и по керну; 5 – месторождение Снежное (пласт Ю<sub>0</sub>). Значение изолиний в условных единицах. Остальные усл. обозначения см. рис. 1.

Для материнской свиты рассчитывается **интегральный показатель плотности** генерации нефтей ( $R$ , усл. ед.) по формуле, представленной в [1]. Путем интерполяции расчетного показателя  $R$  построена схематическая карта распределения относительной плотности генерации баженовских нефтей (рис. 2).

**Заключение.** В пределах Колтогорского мезопрогиба и структур его обрамления методом палеотектонических и палеотемпературных реконструкций построена схема глубинного теплового потока. По плотности генерации баженовских нефтей определены перспективные районы для поисков «сланцевой нефти» на землях северо-западного склона Северо-Парабельской мегамоноклинали, северо-восточного склона Каймысовского свода, Черемшанской мезоседловины и Трайгородского мезовала. Сопоставление прогноза высокоперспективных земель на «сланцевую нефть» с фактически установленными прямыми признаками нефтеносности показало согласованность порядка 80%. *Очевидного генетического отражения палеорифта в распределении плотности ресурсов верхнеюрской «сланцевой нефти» не установлено.*

#### Литература

1. Исаев В.И., Лобова Г.А., Осипова Е.Н., Сунгурова О.Г. Районирование мегавпадин Томской области по плотности ресурсов сланцевой нефти // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2016. – Т. 11 – №1.
2. Бурштейн Л.М., Жидкова Л.В., Конторович А.Э., Меленевский В.Н. Модель катагенеза органического вещества (на примере баженовской свиты) // Геология и геофизика. – 1997. – Т. 38. – № 6. – С. 1070–1078.
3. Конторович В.А. Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 253 с.
4. Kontorovich A.E., Fomin A.N., Krasavchikov V.O., Istomin A.V. Catagenesis of organic matter at the top and base of the Jurassic complex in the West Siberian megabasin // Russian Geology and Geophysics. – 2009. – Vol. 50. – № 11. – pp. 917–929.

5. Kontorovich A.E., Burshtein L.M., Malyshev N.A., Safronov P.I., S.A. Gus'kov S.A., Ershov S.V., Kazanenkov V.A., Kim N.S., V.A. Kontorovich V.A., Kostyreva E.A., Melenevsky V.N., Livshits V.R., Polyakov A.A., Skvortsov M.B. Historical-geological modeling of hydrocarbon generation in the mesozoic–cenozoic sedimentary basin of the Kara sea (basin modeling) // Russian Geology and Geophysics. – 2013. – Vol. 54. – № 8. – pp. 1179–1226.

## УЧЕТ ПОГРЕШНОСТЕЙ ПРИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОМ РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОМ АНАЛИЗЕ

А.Ю. Тебаева

Научный руководитель ст. преподаватель Д.Ю. Пак

*Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда, Казахстан*

В практике экспрессного анализа твердого топлива находят применение ядерно-физические методы [1, 8], которые составляют серьезную конкуренцию традиционным химическим методам анализа. Среди ядерно-физических методов наибольшую популярность получили инструментальные методы с применением гамма-излучения, отличающиеся сравнительно высокой чувствительностью, неdestructивностью и простотой реализации.

Радиоизотопный рентгенофлуоресцентный метод нашел широкое применение при элементном анализе различных веществ, благодаря сравнительно высокой чувствительности анализа, его неdestructивности и простоте в аппаратной реализации. Важное значение приобретает правильный выбор энергии первичного гамма-излучения для возбуждения рентгеновской флуоресценции определяемого элемента. Выбор источника первичного гамма-излучения преимущественно осуществляют исходя из соотношения:  $3E_K > E_0 > 1E_K$ , где  $E_0$  – энергия первичного гамма-излучения;  $E_K$  – энергия К-края поглощения элемента (потенциал ионизации).

Чем ближе  $E_0$  к нижнему пределу ( $1E_K$ ), тем выше эффективность возбуждения рентгеновской флуоресценции элемента. Чем ближе  $E_0$  к верхнему пределу ( $3E_K$ ), тем выше относительная чувствительность метода к определяемому элементу. На практике выбор первичного источника как правило осуществляют в зависимости от состава анализируемого вещества, атомного номера определяемого элемента, эффективного атомного номера наполнителя вещества, диапазона флуктуаций компонентного состава на основе компромисса между требованиями достижения повышенной чувствительности метода к определяемому элементу и эффективности возбуждения флуоресценции [2, 4].

При аппаратной реализации рентгенофлуоресцентного метода не менее важное значение имеет грамотно обоснованный выбор параметров энергетического спектрометра с конечным энергетическим разрешением. Актуальность правильного выбора ширины энергетического окна спектрометра состоит в том, что в зависимости от ширины окна  $\Delta E$  в области рентгеновской флуоресценции определяемого элемента (аналитической линии) варьируют такие важнейшие метрологические параметры, как относительная чувствительность метода и статистическая погрешность измерения, характерная лишь при измерениях радиоактивности.

В практике рентгенофлуоресцентного анализа известны различные методические подходы к выбору оптимальной ширины энергетического интервала в области аналитической линии определяемого элемента. Особенно актуальна эта задача при использовании сцинтилляционных и газоразрядных пропорциональных детекторов, имеющих конечное энергетическое разрешение.

Оптимизация ширины энергетического окна спектрометра выполнена с точки зрения минимизации влияния аппаратной нестабильности [2] и получения минимальной пороговой чувствительности [5]. Рекомендованные с этих позиций оптимальные аппаратные параметры спектрометра строго регламентированы только в зависимости от энергии рентгеновской флуоресценции определяемого элемента.

Известен также методический подход, заключающийся в оптимизации аппаратных параметров спектрометра-анализатора на основе учета вклада рассеянного гамма-излучения (фонового) в области аналитической линии определяемого элемента [6]. В зависимости от ширины энергетического интервала  $\Delta E$  в области рентгеновской флуоресценции определяемого элемента меняются метрологические характеристики анализа. В частности, при уменьшении  $\Delta E$  снижается вклад фонового излучения, что приводит к повышению чувствительности метода к определяемому элементу. Однако при этом снижается общая интенсивность измеренных квантов, приводящая к увеличению относительной статистической погрешности измерения. При повышении энергетического интервала  $\Delta E$  за счет роста числа фоновых гамма-квантов снижаются чувствительность к определяемому элементу и относительная статистическая погрешность измерений. Увеличение чувствительности метода к определяемому элементу и рост статистической погрешности измерений качественно обратным образом воздействуют на важнейший метрологический параметр – точность определения концентрации элемента. Эти обстоятельства актуализируют оптимизацию выбора ширины энергетического окна при радиоизотопном рентгенофлуоресцентном анализе вещества спектрометром с конечным энергетическим разрешением.

Выбор оптимальной ширины окна  $\Delta E$  в области рентгеновской флуоресценции  $E_i$  определяемого элемента осуществляется с точки зрения минимизации относительной статистической погрешности измерения, выраженной в долях содержания определяемого элемента

$$\Psi = (S\sqrt{N})^{-1} = \min \quad (1)$$

**СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

где  $S$  – относительная чувствительность, характеризующая относительное приращение измеряемой интенсивности при единичном изменении концентрации определяемого элемента;

$N$  – измеренная интенсивность в области аналитической линии определяемого элемента.

Величина  $\Psi$  характеризует погрешность определения содержания элемента за счет статистической флуктуации измеряемой интенсивности.

Путем аппроксимации аппаратурных спектров вторичного (рассеянного и флуоресцентного) излучения нормальным законом распределения и использования известных положений ядерной метрологии найдено выражение для нормированной оптимальной ширины энергетического окна от ряда аппаратурно-методических параметров:

$$\frac{\Delta E}{E_i} = \left[ R\varepsilon \sqrt{1 + \frac{d}{\varepsilon - 1} \ln \left( \frac{2}{\xi} \right) \left( \frac{R_i}{0.424} \right)^2} - 1 \right] \cdot d^{-1} \quad (2)$$

где  $R = \frac{R_s}{R_i}$ ;  $R_s, R_i$  – энергетическое разрешение, соответственно по линии рассеянного и флуоресцентного излучений;

$\varepsilon = \frac{E_s}{E_i}$ ;  $E_s, E_i$  – энергии, соответственно рассеянного и флуоресцентного излучений;

$$d = \frac{(R\varepsilon)^2 - 1}{2(\varepsilon - 1)};$$

$\xi = \frac{N_s}{N_i}$ ,  $N_s, N_i$  – соответственно интенсивность в каналах рассеянного и флуоресцентного излучений.

Независимо от соотношения энергий  $\varepsilon$  контрастно обозначен инверсионный характер погрешности анализа от нормированной ширины энергетического окна. Вполне закономерно, что чем больше различие в энергиях рассеянного и флуоресцентного излучений, тем меньше вклад фонового излучения, а, следовательно, и ниже погрешность анализа. Чем ближе энергия фонового излучения приближается к энергии аналитической линии (меньше  $\varepsilon$ ), тем область инверсии закономерно смещается в сторону меньших  $\Delta E$ .

Предложенная расчетная модель позволяет оценить влияние интенсивностей в пиках рассеянного и флуоресцентного излучений на оптимальную ширину энергетического окна. Учитывая, что в низкоэнергетической области потери энергии гамма-квантов при их рассеянии малы, энергия рассеянных квантов принималась равной энергии первичного излучения. Наблюдается закономерное уменьшение оптимальной ширины окна при росте интенсивности в пике рассеянного излучения. Такая тенденция имеет место независимо от энергии первичного гамма-излучения. С увеличением энергии первичного гамма-излучения для обеспечения минимальной погрешности необходимо повышать оптимальную ширину окна  $\Delta E$ .

Экспериментальными исследованиями на гамма-спектрометре с энергетическим разрешением 21% по линии 5.9 кэВ подтвержден инверсионный характер величины погрешности определения содержания железа в углях от ширины энергетического окна в области аналитической линии железа. Минимальная погрешность анализа за счет статистической флуктуации измеренной интенсивности аналитической линии железа (~6.4 кэВ) наблюдается в области инверсии, соответствующей ширине 3 кэВ. Выбор ширины окна вне области инверсии сопровождается ростом погрешности.

С увеличением ширины более 3 кэВ увеличение погрешности вызвано превалирующим действием уменьшением чувствительности за счет роста соотношения фон/сигнал. В левой области ( $\Delta E < 3$  кэВ) с уменьшением  $\Delta E$  погрешность возрастает за счет преобладающей роли статистической погрешности.

Предложенный способ позволяет минимизировать погрешность рентгенофлуоресцентного анализа за счет оптимизации ширины энергетического окна в области аналитической линии элемента [3] на основе предварительно устанавливаемой зависимости относительной статистической погрешности, выраженной в долях содержания определяемого элемента от ширины окна. При этом за оптимум выбирают ширину окна  $\Delta E$ , соответствующую минимальной погрешности.

#### Литература

1. Клемпнер К.С., Васильев А.Г. Физические методы контроля зольности угля. – М.: Недра, 1978. – 174 с.
2. Мамиконян С.В. Аппаратура и методы рентгенорадиометрического анализа. – М.: Атомиздат, 1976. – 280 с.
3. Пак Ю.Н., Пак Д.Ю., Махотин А.И. и др. Инновационный патент Республики Казахстан. №25149 «Способ рентгенорадиометрического анализа угля», 2011 г.
4. Пак Ю.Н., Пак Д.Ю. Методы и приборы ядерно-физического анализа углей. Монография. – Караганда: Издательство КарГТУ, 2012. – 186 с.
5. Пак Ю.Н., Пак Д.Ю. Оптимизация аппаратурно-методических параметров при инструментальном рентгенофлуоресцентном анализе угля // Кокс и химия. – 2012. – №1. – С.34–38.
6. Пак Ю.Н., Вдовкин А.В. Оптимизация аппаратурных параметров при радиоизотопном рентгенофлуоресцентном анализе полезных ископаемых // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 1990. – №1. – С. 120–125.

7. Старчик Л.П., Пак Ю.Н. Ядерно-физические методы контроля качества твердого топлива. – М.: Недра, 1985. – 224 с.

## МИГРАЦИОННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В СЕЙСМОРАЗВЕДКЕ МОГТ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ВЫДЕЛЕНИЯ КРИВОЛИНЕЙНЫХ И НАКЛОННЫХ ГРАНИЦ

**В.В. Тен**

Научный руководитель зав. каф. геофизики, д.г.-м.н., профессор А.Е. Абетов  
*Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева,  
г. Алматы, Республика Казахстан*

**Введение.** При наличии в разрезе криволинейных либо наклонных отражающих границ нарушается соответствие между их изображением на сейсмических разрезах и их реальным положением в геологической среде. Это явление называется сейсмическим сносом, и его недоучет может вызвать серьезные ошибки в идентификации пространственного положения геологических границ и в определении их геометрической формы.

Для корректного учета сейсмического сноса выполняются миграционные преобразования волнового сейсмического поля по различным алгоритмам, основной целью которых является локализация сейсмических сигналов в точках их реальных отражений.

Миграционные преобразования проведены в программной среде Echos (продукт компании Paradigm).

### **Моделирование скоростей в модуле GeoDepth**

Теоретическим и практическим аспектам миграционных преобразований посвящено огромное количество опубликованной литературы [1, 4, 5]. Вместе с тем, несомненный интерес представляет обращение к их практическому применению на примере одного из месторождений Прикаспийской впадины, по которому были выполнены временная и глубинная миграция до суммирования (PSTM и PSDM) по алгоритму Кирхгофа.

Геологическая среда по подсольевым отложениям этого месторождения отличается присутствием криволинейных и крутонаклонных отражающих границ (с углами падения более 10 градусов) присутствием увеличенных горизонтальных и вертикальных градиентов изменения скоростей, высокоамплитудной разрывной тектоники и т.п.

На первом этапе миграционных преобразований в модуле GeoDepth была решена обратная задача по сейсмическим данным МОГТ (метода общей глубинной точки), результатом которой стало построение толстослойной модели в глубинном домене, представленная набором пластов, ограниченных отражающими границами. В пределах каждого пласта интервальная скорость изменялась с постоянным вертикальным градиентом, тогда как по пласту характер изменения этой скорости был произвольным.

### **Построение скоростной модели и выбор параметров 3D миграции**

На первом этапе построения глубинно-скоростной модели были выбраны динамически выраженные опорные отражающие горизонты, с последующей их корреляцией по сетке In-line и Cross-line во временной области. Всего для вышеупомянутого месторождения были выбраны 9 горизонтов, по которым проведена оценка интервальных скоростей ( $V_{\text{инт.}}$ ).

При расчетах интервальных скоростей в программе Geodepth для значений  $t_0$  каждого горизонта определена когерентность осей синфазности способом перебора скоростей с шагом 25-50 м/с. Полученные спектры когерентности (рисунок 1) были прокоррелированы между собой в точках пересечения для построения скоростной модели в глубинном домене.

После увязки интервальной скорости для первого опорного горизонта корреляция по сетке In-line и Cross-line из временной области была пересчитана в глубинную область (программой лучевой миграции по методу Кирхгофа) с построением карты глубины и карты интервальной скорости для первого горизонта.

После промежуточной миграции проведены уточнения сейсмической корреляции в глубинной области, оценена степень спрямления глубинных подборок и при необходимости скорректирована интервальная скорость для первого пласта. Далее был реализован переход к следующему пласту. Таким образом, выполнено послойное наращивание скоростной модели по глубине.

Аналогичным образом по каждому опорному горизонту строились карты интервальных скоростей и карты глубин с учетом уточнения откоррелированных поверхностей после глубинной миграции. Эти карты использовались для построения окончательного глубинно-скоростного куба.

Глубже 9-го опорного горизонта был задан условный 10-й горизонт с учетом скоростных изменений с градиентом ( $V_0 = 4200$  м/сек,  $G = 0.1$ ), и построен окончательный куб скоростей.

### **Остаточный анализ и постмиграционная обработка**

Остаточный кинематический анализ результатов финальной миграции позволил учесть высокочастотную составляющую ошибок скоростной модели. Расчёт вертикальных спектров для выбора остаточной кинематической поправки проводился с шагом 20x20 (500 м) (рисунок 2).

В результате построен куб остаточных кинематических поправок (Residual Depth Moveout Volume), который был использован для вычисления окончательного объема куба до суммирования в ПО Echos.

### **Глубинная и временная миграция до суммирования по алгоритму Кирхгофа**

Применение алгоритмов глубинной (PSDM – Prestack Depth Migration) и временной (PSTM – Prestack Time Migration) миграции до суммирования по Кирхгофу обеспечило сохранение амплитуд, что сделало разрезы, полученные с его помощью, оптимальным выбором для использования в изучении AVO-эффектов.

СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

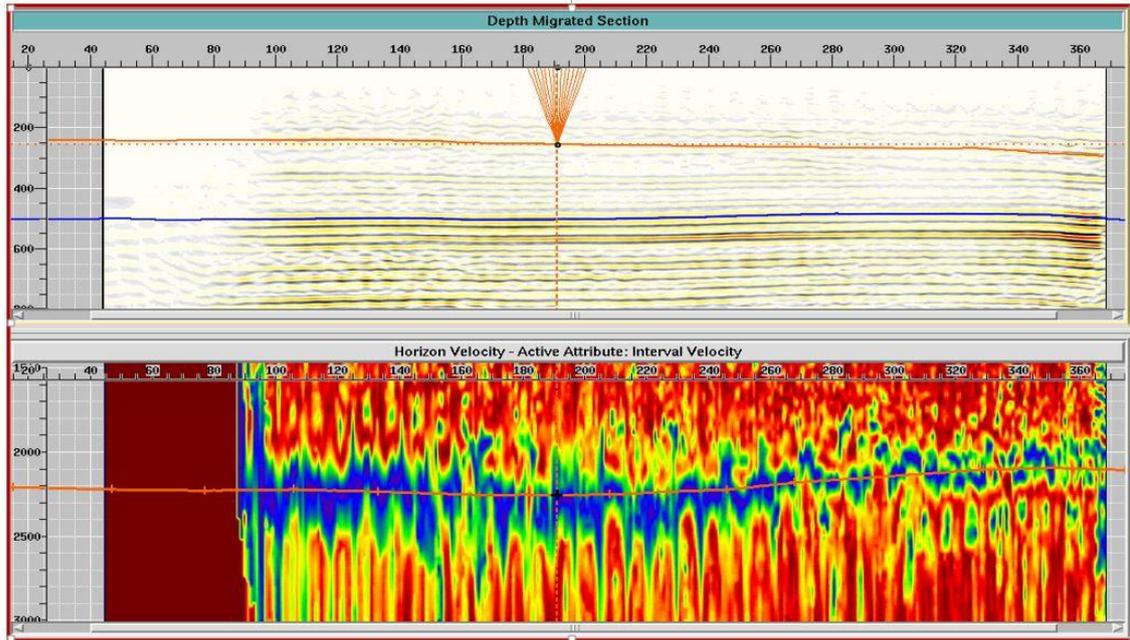


Рис. 1 Спектр интервальной скорости для 1-го условного горизонта

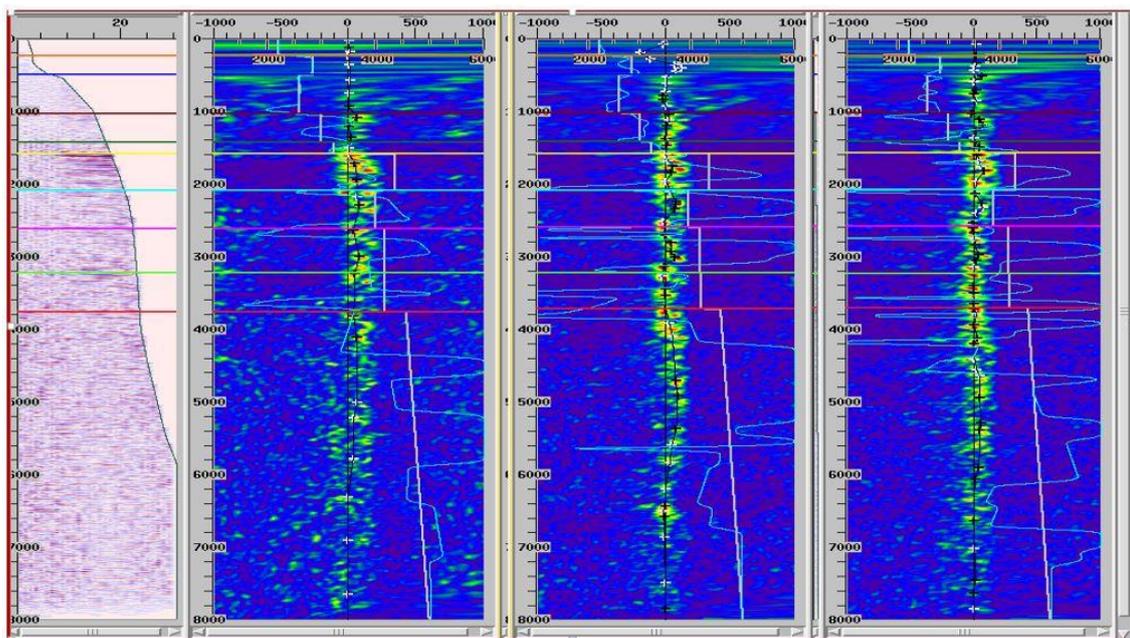


Рис. 2 Спектры остаточных кинематических поправок (Delay) и их интерпретация

Этот алгоритм допускает искривление лучей для изображения крутых наклонов и выступов, компенсирует и учитывает анизотропность среды, характеризуется быстродействием, что эффективным образом сказалось на выборе параметров построения глубинных изображений для миграции сейсмических данных, благодаря чему изображения среды получились качественней и быстрее [2, 3, 5].

Применение алгоритма миграционных преобразований по Кирхгофу позволило отобразить объекты разведки с сохранением амплитуды отраженных волн, что стало критически важным для более точного AVO-анализа. С помощью функции искривления лучей получено изображения очень крутых наклонов, опрокинутых границ соли и разломов с углом миграции до  $150^\circ$ .

Другим преимуществом использования алгоритма Кирхгофа является трансформация среды по переменным в пространстве параметрам Томсена (т. е.,  $\epsilon$  и  $\delta$ ), сохранение спектрального состава входных данных, гибкость в выводе данных и точность для актуального 3D анализа скоростей миграции с учетом бокового смещение границ при ненулевом падении и подавление аляйсинга оператора.

В результате была достигнута лучшая когерентность отражений и повышенная горизонтальная разрешенность сейсмической записи, получено качественное глубинное изображение среды, которое хорошо

коррелируются с глубинами геологических структур по скважинным данным, с сохранением крутых наклонов и сведением миграционных помех к минимуму.



Рис. 3 Алгоритм PSDM по Кирхгофу.

**Заключение.** В ходе данной работы, показан практический пример глубинной миграции по одному из месторождений в Прикаспийской впадине. В результате обработки сейсмических данных по алгоритму Кирхгофа в ПО Echos по данной площади получены временные и глубинные разрезы хорошего качества с динамически выраженной волновой картиной и с достаточно уверенной прослеживаемостью отражающих горизонтов. Качество результативных глубинных разрезов позволило приблизиться к решению задач структурного моделирования, улучшить корреляцию целевых горизонтов в зоне геологических интересов.

#### Литература

1. Боганик Г.Н., Гурвич И.И. Сейсмическая разведка: учебник для вузов по спец. "Геофиз. методы поисков и разведки месторождений полез. ископаемых". – 3-е изд., перераб. – М.: Недра, 1980. – 551 с.
2. Бондарев В.И. Сейсморазведка. – Екатеринбург: Уральский государственный горный университет, 2007. – 703 с.
3. Ермаков А.П. Введение в сейсморазведку. Учебное пособие. – М.: ГЕРС, 2012. – 160 с.
4. Клаербоут Д.Ф. Сейсмическое изображение земных недр. Пер. с англ. / Ред. пер. О. А. Потапов – Москва: Недра, 1989. – 407 с.
5. Шериф Р.Е., Гелдарт Л. Сейсморазведка. Том 1. История, теория и получение данных. Том 2. Обработка и интерпретация данных. – М.: Мир, 1987. – (Том 1 – 447 с.; Том 2 – 399 с.).

### СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ МЕТОДОМ МПВ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ ЗЕМЛЯНОЙ ПЛОТИНЫ КРАСНОДАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА А.А. Терпегосьянц

Научный руководитель доктор технических наук, профессор В.И. Гуленко  
**ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», г. Краснодар, Россия**

Инструментальные сейсморазведочные работы на обследуемых участках производились с целью определения категорий грунтов по сейсмическим свойствам по значениям скоростей распространения упругих волн.

Работы методом преломленных волн (МПВ) были произведены на пикетах ПК58, ПК60, ПК72, ПК92 и ПК108. Всего было отработано 20 сейсмических профилей.

#### *Методика и техника полевых сейсморазведочных работ*

Сейсморазведочные работы проводились с использованием цифровой 24-х канальной инженерной сейсмостанции «Диоген-24». Работы велись по профилям. На каждом из пяти участков было отработано по четыре профиля: профили №1, №3 и №4 – вдоль тела дамбы, а профиль №2 – вкrest простираения (по склону). Профили №3 и №4 для увязки и контроля качества имели общие точки пересечения с профилем №2.

Система наблюдений представляла собой 24-х канальную 57,5 метровую расстановку при расстоянии между пунктами приема 2,5 метра с получением встречных годографов первых вступлений продольных преломленных волн [1]. Такая система наблюдений и ее размеры выбраны исходя из необходимой детальности и глубинности изысканий для решения поставленной инженерно-геологической задачи (учета горизонтальной и вертикальной неоднородности разреза). Возбуждения упругих колебаний производились тампером весом 10 кг с накоплением до 20 ударов. В качестве приемников использовались одиночные электродинамические приборы СВ-20П. Сейсмоприемники максимально заглублялись в грунт для уменьшения влияния микросейсм от ветра. Длина записей 128 и 256 мс. Сейсмограммы записывались на встроенный «жесткий» диск сейсмостанции.

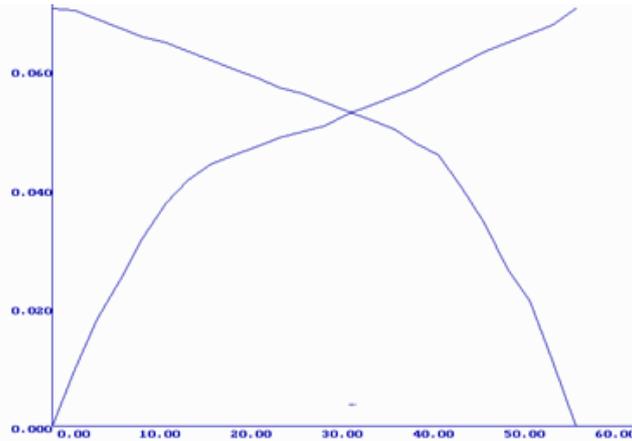
#### *Методика обработки и интерпретации полевых сейсморазведочных материалов*

Полевой материал обрабатывался в стационарных условиях с использованием комплекса программ «ДИОГЕН-СОНАР» – предварительная обработка осуществлялась в программе «КМРВ-2» в предположении преломляюще-слоистого строения среды.

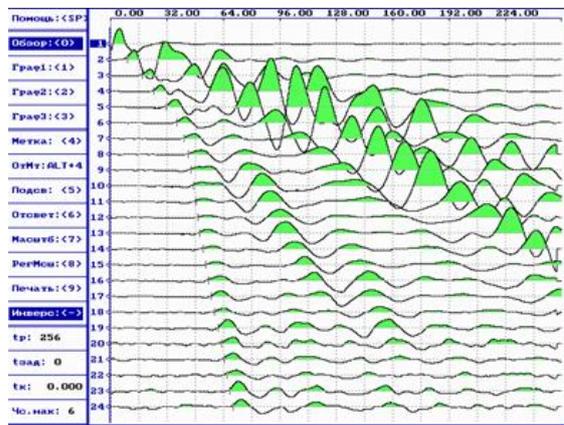
Программа «КМРВ-2» предназначена для обработки одиночных и встречных годографов на одной расстановке (сейсмозондировании). В программе обрабатываются взаимосвязанные прямые и встречные годографы первых вступлений (рис. 1), полученные в ходе обработки полевых сейсмограмм (рис. 2, 3). В основу положена визуальная аппроксимация отрезков годографов прямыми линиями; расчет скоростей сейсмических

**СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

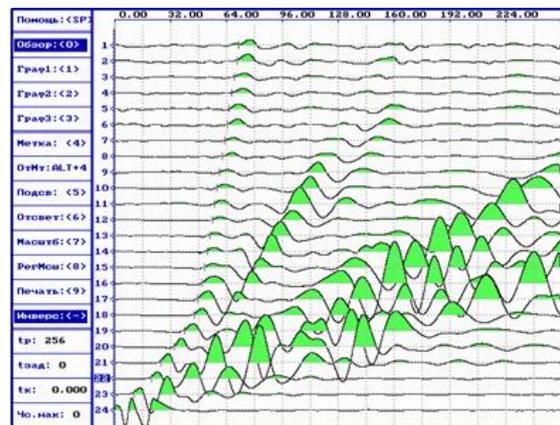
волн,  $\langle t_0 \rangle$ , мощностей слоев, глубин и погрешностей их определения, происходит автоматически [2]. К достоинствам данной программы следует отнести возможность использования опыта оператора, к недостаткам – невозможность учета локальных неоднородностей.



**Рис. 1** График выходных данных программы «КМРВ-2» профиля №3, ПК54



**Рис. 2** Сейсмограмма  $V_p$  № 016 профиля №3, ПК54



**Рис. 3** Сейсмограмма  $V_p$  № 018 профиля №3, ПК54

*Результаты сейсморазведочных работ*

По результатам обработки сейсморазведочных данных по программе «КМРВ-2» определены скорости распространения продольных волн ( $V_p$ ) в грунтах в каждом выделенном слое по профилям исследования и вынесены на геосейсмические разрезы. По сейсмическим свойствам (по скорости продольных волн) разрезы всех изучаемых участков имеют схожее строение и представляют собой, в основном, трехслойную среду. Верхний слой наиболее низкоскоростной,  $V_p$  изменяется в пределах от 220 до 320 м/с. Его мощность изменяется от 0,8 до 5,5 м. Средний слой имеет скорости  $V_p$  от 300 до 660 м/с. Нижний слой представлен обводненными супесчано-суглинистыми грунтами. Его кровлей является динамический уровень грунтовых вод [1]. Скорости распространения продольных волн здесь в зависимости от литологического состава варьируются в пределах от 1100 до 2500 м/с. Глубина до уровня грунтовых вод по разрезам изменяется от 3,6 до 13,5 м.

Литература

1. Рабочий проект. Комплекс изыскательских работ по определению устойчивости земляной плотины Краснодарского водохранилища в соответствии с СП 11-105-97 на сейсмическое воздействие. ОАО ПИИ «КУБАНЬВОДПРОЕКТ», 2004.
2. Телегин А.Н. Сейсморазведка методом преломленных волн. СПб.: Издательство «Санкт-Петербургского университета», 2004. - 184 с

**ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ СЕЙМОРАЗВЕДКИ 3D ПРИ ПРОВЕДЕНИИ АЛМАЗОПОИСКОВЫХ РАБОТ В ПРЕДЕЛАХ ЯКУТСКОЙ АЛМАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ**  
**С.А. Тихонова**

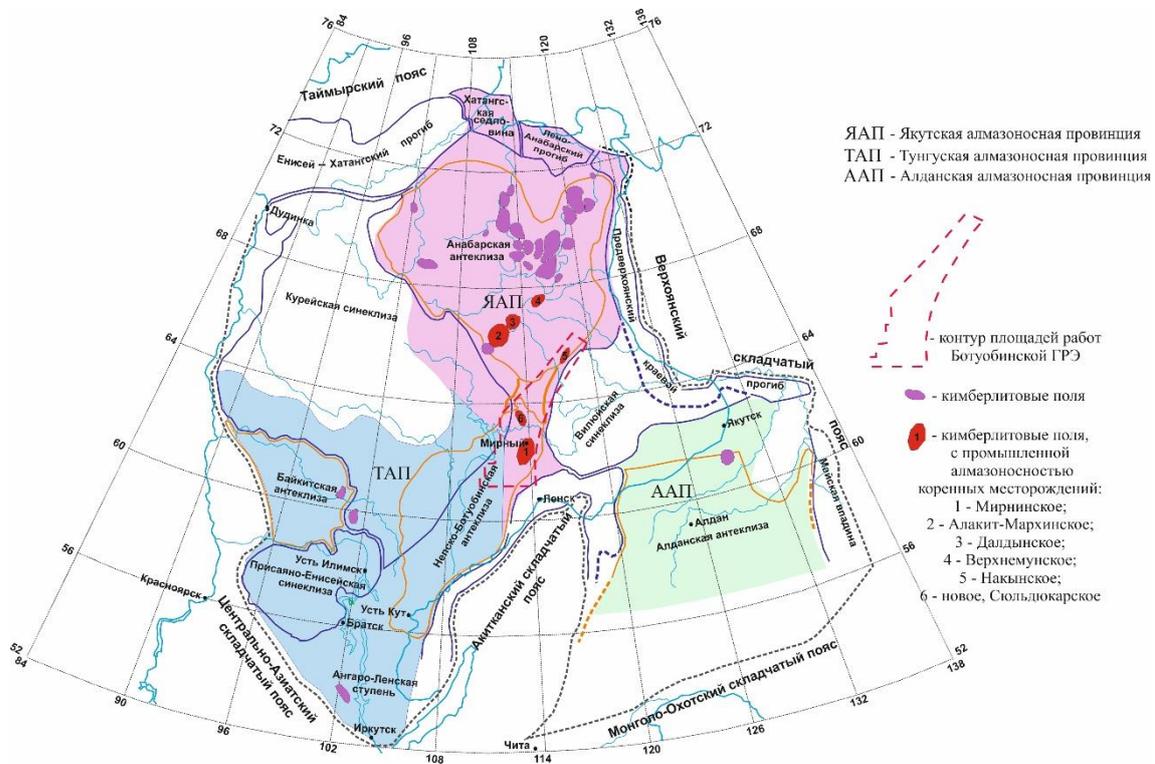
Научный руководитель – руководитель проекта В.М. Бояров  
**АК «АЛРОСА» (ПАО) Вилуйская геологоразведочная экспедиция, г. Мирный, Россия**

Якутская алмазоносная провинция (ЯАП) расположена в пределах Сибирской платформы и занимает площадь около 1 млн. кв. км. К настоящему времени выявлено около 1000 кимберлитовых трубок, даек и жил, залегающих в различной геологической обстановке. Все выявленные кимберлитовые тела ЯАП расположены в пределах Анабарской, Непско-Ботубинской, Алданской антеклиз и их склонов (Рис. 1). Четкой приуроченности кимберлитовых полей к определенным пликативным структурам высоких порядков осадочного чехла и кристаллического фундамента пока достоверно не установлено. Большинство исследователей предполагает связь кимберлитовых полей с зонами глубинных разломов [2].

Начиная с открытия первых кимберлитовых тел на Сибирской платформе, геофизические методы являются одними из основных в комплексе прогнозно-поисковых работ на алмазы [1].

При проведении алмазопроисковых работ большое внимание уделяется изучению особенностей структурно-тектонического строения. Незаменимым методом является высокочастотная сейсморазведка.

Перед сейсморазведкой ставится задача изучения всего разреза, то есть прямых поисков в верхней части разреза и структурно-тектонического картирования всей осадочной толщи для выявления всех разрывных нарушений как косвенных поисковых признаков наличия кимберлитового магматизма [3].



**Рис. 1 Алмазоносные провинции Сибирской платформы**

В геологоразведочном комплексе АК «АЛРОСА» (ПАО) с целью выявления и прослеживания зон слабоконтрастных тектонических нарушений, а также локальных аномалий волнового поля, потенциально связанных с проявлениями коренной алмазности, применяются сейсморазведочные работы МОГТ-2D/3D (метод общей глубинной точки). Двумерная высокочастотная сейсморазведка, обеспечивающая решение структурных задач при проведении алмазопроисковых задач, была внедрена геофизической службой Вилуйской геофизической экспедиции в 1995 году. На основе этой технологии в 2012 году была разработана и опробована высокоразрешающая трехмерная сейсморазведка для поисков кимберлитовых тел, которая применяется по настоящее время. Для решения поисковых задач на наиболее перспективных поисковых площадях, прежде всего в пределах Накынского кимберлитового поля (НКП), в 2012 году был приобретен телеметрический сейсморазведочный комплекс Sercel-428XL.

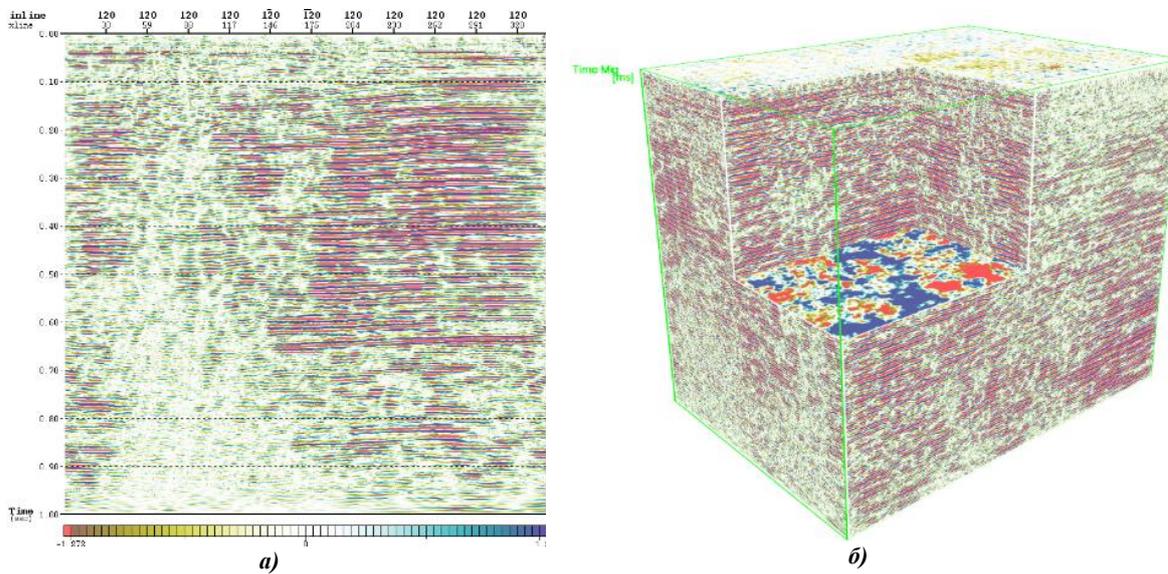
Накынское поле относится к категории уникальных, обнаруженные кимберлитовые тела имеют высокую алмазность. В 2013 году на участке «Озерный» НКП были проведены трехмерные сейсморазведочные работы для прослеживания выделенной в 2011 году кимберлитовой жилы мощностью 0,5-2,0 метра и поиска промышленно значимых кимберлитовых тел.

**СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

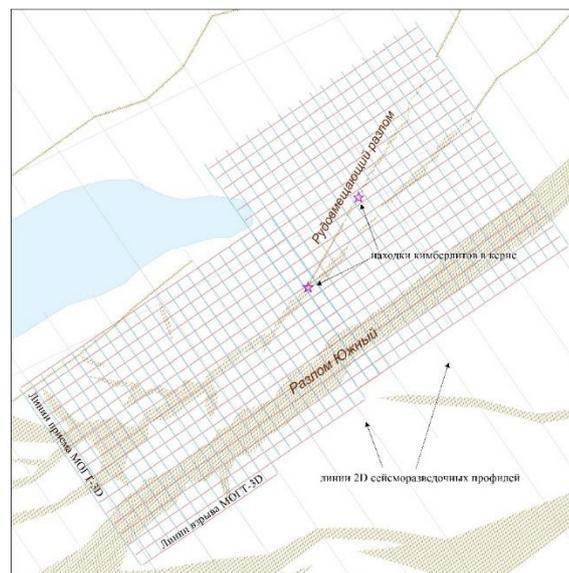
Основные параметры системы наблюдений были следующие: расстояния между линиями взрыва, приема – 50 м, между ПВ – 10 м, между ПП – 5 м. В качестве источника возбуждения упругих колебаний использовался взрыв в скважине глубиной 5 метров укупоренной водой, который обеспечивает широкий спектр полезного сигнала. Группирование сейсмоприемников – одиночное. Применены высокочастотные сейсмоприемники с собственной частотой 100 Гц. Регистрация сигнала велась сейсморазведочной станцией Sercel-428XL на открытом канале с шагом дискретизации – 0.25 мс и длиной записи – 1 с.

Обработка полевых данных была выполнена с использованием пакета программ Echos 2D/3D фирмы «Paradigm Geophysical». В ходе многолетних сейсморазведочных работ опытным путем был разработан оптимальный граф обработки, позволяющий решить все поставленные задачи. Граф обработки состоял из следующих процедур: создание и присвоение геометрии, ввод априорных статических поправок, первая ручная коррекция трасс, ФККФ-фильтрация, деконволюция, полосовая фильтрация, вторая ручная коррекция трасс, ввод априорного скоростного закона, первая автоматическая коррекция статпоправок, ручная коррекция скоростей суммирования, вторая автоматическая коррекция статпоправок, автоматическая регулировка усиления, коррекция остаточных статпоправок, суммирование по ОГТ, спектральная балансировка амплитуд и возведение амплитуд в степень в FK области [4].

Примененный граф обработки позволил надежно избавиться от присутствующих интенсивных поверхностных волн-помех, получить уверенно коррелируемые отраженные волны, начиная с самых верхних горизонтов, и выделить на их фоне аномалеобразующие объекты (Рис. 2).



**Рис. 2 Результаты обработки: а) окончательный временной разрез; б) сейсмический куб**



**Рис. 3 Результаты МОГТ-3D на участке Озерный**

В результате работ МОГТ-3D установлено, что ранее выявленной кимберлитовой жиле в суммированном временном кубе соответствует область потери корреляции отражающих горизонтов шириной 30–40 метров, интерпретируемая как зона тектонических нарушений, фрагментарно залеченная кимберлитовым магматическим материалом. Данная зона была прослежена по площади съемки 3D на расстояние более 1,5 км. В процессе геологической заверки бурением наклонной скважины на расстоянии 350 м от ранее пробуренных скважин было получено подтверждение кимберлитовой природы выделенной зоны – была вскрыта кимберлитовая жила мощностью до 1,0 метра на глубине около 300 метров. Таким образом, был прослежен рудовмещающий разлом (Рис. 3).

Результаты трехмерных высокочастотных сейсмических исследований подтвердили высокую эффективность их применения для детального картирования рудовмещающих тектонических нарушений и аномальных зон, перспективных на обнаружение кимберлитовых тел, что является важным фактором при проектировании дальнейших алмазопроисковых работ.

#### Литература

1. Манаков А.В. Геофизические исследования при проведении алмазопроисковых работ: нынешнее состояние, перспективы и пути совершенствования // *Науки и образование*. – 2002. – №3. – С. 14–20.
2. Методические указания по поискам коренных месторождений алмазов на Сибирской платформе (Якутская алмазоносная провинция) – Л.: НПО «Рудгеофизика», 1989.
3. Фомин В.М., Балакшин Г.Д., Гарат М.Н. Основные пути совершенствования геофизических методов при поисках и разведке месторождений алмазов в современных условиях // *Проблемы прогнозирования и поисков месторождений алмазов на закрытых территориях: Материалы конференции, посвященной 40-летию ЯНИГП ЦНИГРИ АК «АЛРОСА»*. – Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2008. – 428 с.
4. Maksimkina L.V., Goncharov E.M., Boyarov V.M. Perspectives of Application 3D Seismic for Kimberlite Exploration // 6th EAGE Saint Petersburg International Conference and Exhibition. – 2014. DOI: 10.3997/2214-4609.20140171

### РАСЧЕТ ПЕТРОФИЗИЧЕСКИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПО ДАННЫМ КОМПЛЕКСА ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН

**А.Б. Трапезникова, А.С. Мурыськин, К.И. Асанова**

Научный руководитель д.г.-м.н. Губина А.И.

*Пермский государственный национальный исследовательский университет,  
г. Пермь, Россия*

Расчет петрофизических коэффициентов по данным комплекса геофизических исследований скважин (ГИС) является основным этапом количественной интерпретации данных. Коэффициенты глинистости, пористости, нефтенасыщенности позволяют получить целостную картину о свойствах коллекторов, что и является основной задачей интерпретации комплекса ГИС. Подсчет коэффициентов производился по данным, полученным в ходе выполнения стандартного комплекса ГИС на месторождении X. Была проведена качественная интерпретация, в ходе которой осуществлялось литологическое расчленение разреза – были выделены терригенная часть разреза в интервале 1508–1551 м и карбонатная в интервале 1551–1572 м (рис.1).

Терригенный разрез представлен Визейским ярусом, а именно Бобриковским горизонтом на глубинах от 1508 до 1538 м и Радаевским горизонтом на глубинах от 1538 до 1551 м. Бобриковский горизонт на глубинах сложен водонасыщенными пластами песчаника с прослоями алевролита, а Радаевский горизонт представлен переслаиванием плотного песчаника и аргиллитов.

Карбонатная часть разреза представлена Турнейским ярусом. В интервале глубин 1552–1560 метров разрез представлен плотными, слабоглинистыми известняками, которые не имеют коллекторских свойств. Ниже по разрезу начинаются чистые известняки, а также прослеживается переслаивание плотных и пористых пластов пород.

На этапе количественной интерпретации данных диаграммы кривых ГИС одной из скважин был проведен подсчет коэффициента пористости по данным акустического каротажа (АК). По данным кривой интервального времени (АК) расчет общей пористости определяется по уравнению среднего времени пробега упругой волны  $\Delta T$  с учетом литологического типа породы и коэффициента глинистости ( $K_{гп}$ ) [1]. При подсчете  $K_{п}$  использовалось данное уравнение, так как продуктивные толщи разреза скважины представлены классическими простыми поровыми коллекторами.

Значения  $\Delta T_{п}$  были сняты интервально по соответствию литологических типов коллекторов: в терригенном разрезе в зонах чистых песчаников (1508–1528 м) и песчаников с переслаиванием аргиллитов (1528–1536 м); в карбонатном разрезе в зонах слабоглинистых известняков (1552 – 1560 м) и чистых известняков (1560–1568 м). При подсчете общей пористости мы использовали наиболее распространенные значения  $\Delta T_{ск}$  для Пермского края: песчаников  $\approx 185$  мкс/м, алевролитов  $\approx 176$  мкс/м, известняков  $\approx 160$  мкс/м. Значение  $\Delta T_{ж}$  принимаем за 650 мкс/м [2].

Интервальное время пробега упругой волны пласта для интервала песчаников 1508–1528 м с межзерновой пористостью составило 280 мкс/м. Имея статистические данные по параметрам  $\Delta T_{ж}$  и  $\Delta T_{ск}$ , вычисляем коэффициент пористости и получаем значения пористости 20%.

Для определения коэффициента пористости в интервале переслаивания песчаника и аргиллитов используем уравнение среднего времени для глинистых коллекторов:

**СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

$$K_{п} = \frac{\Delta T_{п} - \Delta T_{ск}}{\Delta T_{ж} - \Delta T_{ск}} - K_{гл} \cdot \frac{\Delta T_{гл} - \Delta T_{ск}}{\Delta T_{ж} - \Delta T_{ск}}$$

где  $K_{п}$  – коэффициент пористости,  $\Delta T_{ж}$  – интервальное время в жидкости, заполняющей поры породы,  $\Delta T_{ск}$  – интервальное время в скелете породы,  $\Delta T_{п}$  – интервальное время пробега волны в пласте,  $K_{гл}$  – коэффициент глинистости,  $\Delta T_{гл}$  – интервальное время в глинистом материале.

Для расчета  $K_{п}$  находим  $K_{гл}$  для данного интервала по кривой ГК, он составляет  $K_{гл} \approx 6\%$ . Вычисляем  $K_{п}$  для интервала пород, залегающих на глубинах 1528-1536 м, и получаем 13%. В карбонатной части разреза использовались уравнения для цементированных чистых коллекторов с межзерновой пористостью. В зоне слабоглинистых известняков  $K_{п}$  составил примерно 4%, а в зоне чистых известняков – 8%.

Стратиграфия	Интервал, м	Литология	Характер насыщения	$K_{гл}, \%$	$K_{п}, \%$	$K_{п}, \%$
Визейский ярус бобрковский горизонт	1508-1510		Н	4,7	18	76
	1510,6-1511,2		Н	6	19,5	77
	1511,2-1512,2		Н	4	17	72
	1512,5-1513		В	4	18	-
	1513,5-1514,5		В	4,5	18	-
	1515,5-1516		В	2	19	-
	1516,8-1518		В	1	21	-
	1519-1522		В	2	20	-
	1522,9-1523,5		В	1,7	30	-
	1524-1526,8		В	0,5	21	-
	1527,2-1528,8		В	0,5	20,5	-
1535,7-1536,3		В	7,3	14	-	
Турнейский ярус	1560,1-1562		Н	0,5	10	96
	1563,5-1564		Н	0,1	8	91
	1564,7-1565,3		Н	0,5	8	94
	1566-1567		Н	0,5	7,5	87
	1568,1-1570		Н	0,1	8	91

песчаник, с прослоями алевролит      алевролит      известняк пористый

**Рис. 1 Петрофизические коэффициенты и характер насыщения коллекторов**

Также в терригенной части разреза были определены  $K_{гл}$  по данным гамма-каротажа (ГК). При подсчете коэффициента глинистости использовалась методика двух опорных пластов в которой за калибровочный коэффициент принимается разность показаний  $J_{max} = 23,75$  в пласте глин и  $J_{min} = 1,75$  в пласте чистых песчаников. Показания в пластах при этом преобразуются в безразмерный двойной разностный параметр:

$$\Delta I_{\gamma} = \frac{I_{\gamma_{пл}} - I_{\gamma_{min}}}{I_{\gamma_{max}} - I_{\gamma_{min}}}$$

В этой методике используется зависимость двойного разностного параметра  $\Delta J$  от весовой глинистости ( $C_{гл}$ ) по керну. При расчёте  $\Delta J$  на этой зависимости  $J_{min}$  соответствует  $C_{гл} = 0\%$ ,  $J_{max} - C_{гл} = 100\%$ .

Значения параметра  $\Delta J$  было определено для всех коллекторов терригенной части пласта (рис.1). По найденным значениям  $\Delta J$  по номограмме был определен показатель  $C_{гл}$  [1].

Главным показателем для разработки продуктивных нефтегазоносных пластов является коэффициент нефтенасыщенности ( $K_{н}$ ), который определяется по данным электрометрии, в случае с рассматриваемой скважиной это метод бокового каротажа (БК). Суть метода заключается в определении параметра пористости коллектора, зависящего от величины пористости нефтенасыщенного коллектора. Значение параметра пористости находят по зависимости  $P_{п} = f(K_{п})$ , которая рассчитана по данным петрофизических исследований керна [2]. Далее по известному сопротивлению пластовой воды, которое для Пермского Прикамья составляет  $\rho_{в} = 0.045$  Ом·м, рассчитывается удельное сопротивление коллектора при условии его 100% насыщения:

$$\rho_{вп} = \rho_{в} \cdot P_{п}$$

Для расчета параметра насыщения  $P_{п}$ , по кривой БК определяем значение удельного сопротивление нефтенасыщенного коллектора  $\rho_{вп}$ :

$$P_n = \rho_{\text{нп}} / \rho_{\text{вп}}$$

По зависимости  $P_n = f(K_v)$  определяется коэффициент нефтенасыщенности [1]:

$$K_n = 1 - K_v$$

Коэффициент нефтенасыщения был посчитан по данным БК в зоне песчаников терригенного разреза и в зоне чистых известняков. В терригенной зоне применялся следующий алгоритм. Снимаем данные удельного сопротивления пласта, оно составило  $\rho_{\text{нп}}=13$  Ом·м. Для расчета удельного сопротивления коллектора в условиях его 100% насыщения нам необходим параметр пористости, значение которого мы находим по зависимости  $P_n = f(K_n)$ , для данного участка он равен 20%. По номограмме определяем  $P_n = 15$ . Далее рассчитываем удельное сопротивление по приведенной выше формуле и получаем значение равно  $\rho_{\text{вп}} = 0,045 \cdot 15 = 0,68$  Ом·м для данного участка разреза. Определив значение  $\rho_{\text{вп}}$ , находим параметр насыщения  $P_n = 19$ . По зависимости  $P_n = f(K_v)$  определяем параметр  $K_v = 22\%$ , из чего получаем коэффициент нефтенасыщенности  $K_n = 0,78$  для песчаника.

В карбонатной зоне алгоритм похож. Значение УЭС нефтенасыщенного известняка 12 Ом·м.  $K_n$  по данным акустического каротажа для интервала чистых известняков 1560-1568 м равен 9%. По зависимости  $P_n = f(K_n)$  находим параметр  $P_n = 50$ , после чего аналогичным образом рассчитываем значения УЭС коллектора при его 100% насыщении и получаем  $\rho_{\text{вп}} = 2,25$  Ом·м. Для нахождения параметра насыщения используем УЭС, снятое по БК, и получаем параметр насыщения  $P_n = 22$ . По зависимости  $P_n = f(K_v)$  определяем параметр  $K_v = 18\%$ . Находим коэффициент нефтенасыщенности  $K_n = 0,82$ .

#### Литература

1. Губина А. И. Геофизические методы исследования скважин: учеб. пособие / Губина А. И., Гуляев П.Н. – Пермь: Изд-во Перм. гос. ун-та, 2016.
2. Косков В. Н. Геофизические исследования скважин и интерпретация данных ГИС: учеб. пособие / В. Н. Косков, Б. В. Косков. – Пермь: Изд-во Перм. гос.техн. ун-та, 2007. – 317 с.

## ТЕХНОГЕННАЯ И ТЕКТОНИЧЕСКАЯ СЕЙСМИЧНОСТЬ В ЦЕНТРАЛЬНОМ КАЗАХСТАНЕ

А.Н. Узбекиов<sup>1</sup>,

Научный руководитель д.ф.м.н. Н.Н. Михайлова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан*

<sup>2</sup> *Институт Геофизических Исследований МЭ РК, г. Алматы, Казахстан*

*Введение.* По действующей в настоящее время карте общего сейсмического районирования территории Казахстана регион Центрального Казахстана считается несейсмоактивным. Здесь не ожидается возникновения землетрясений с интенсивностью колебаний более 5 баллов по шкале MSK-64. Введение в строй новой сейсмической сети наблюдений Института геофизических исследований (ИГИ) РК изменило взгляд на сейсмичность этого района. На этой территории отмечены землетрясения с интенсивностью проявления в эпицентре до 3-6 баллов по шкале MSK-64. Природа событий различна: имеют место как события, связанные с разработкой месторождений полезных ископаемых, так и тектонические землетрясения. Несмотря на то, что в таких «слабосейсмичных» районах землетрясения регистрируются редко, там могут происходить достаточно сильные землетрясения, наносящие ущерб существующей вблизи их очагов инфраструктуре [3].

*1. Система сейсмического мониторинга территории Казахстана.*

За последние 15 лет в Казахстане создана новая современная сеть высокотехнологичных сейсмических станций, интегрированных в Международные глобальные сети мониторинга. Казахстанская сеть, в первую очередь, создавалась для обеспечения контроля за выполнением Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний (ДВЗЯИ). Кроме того, за 1993 – 2006 гг. по ряду международных соглашений построены и введены в строй другие новые сейсмические группы и трехкомпонентные станции, расположенные, в основном, по периметру территории Казахстана [1, 2]. Отметим, что все данные этой сети в режиме реального времени поступают в Центр данных в г. Алматы, где происходит их обработка и анализ.

На рис. 1 показана схема расположения станций ИГИ РК, данные которых поступают в Центр данных в г. Алматы.

Обобщение всех сейсмологических данных по наиболее сильным землетрясениям позволит установить связь процессов в очагах с тектоническими процессами в каждой конкретной зоне, а также определить характер действующих в регионе напряжений. Выявление таких связей очень важно для исследования считавшихся ранее асейсмичными районов Казахстана.

*2. Землетрясения в Центральном Казахстане.*

Наиболее сильным из зарегистрированных в Центральном Казахстане событий явилось Шалгинское землетрясение в 2001 году. Его параметры представлены в таблице 1.

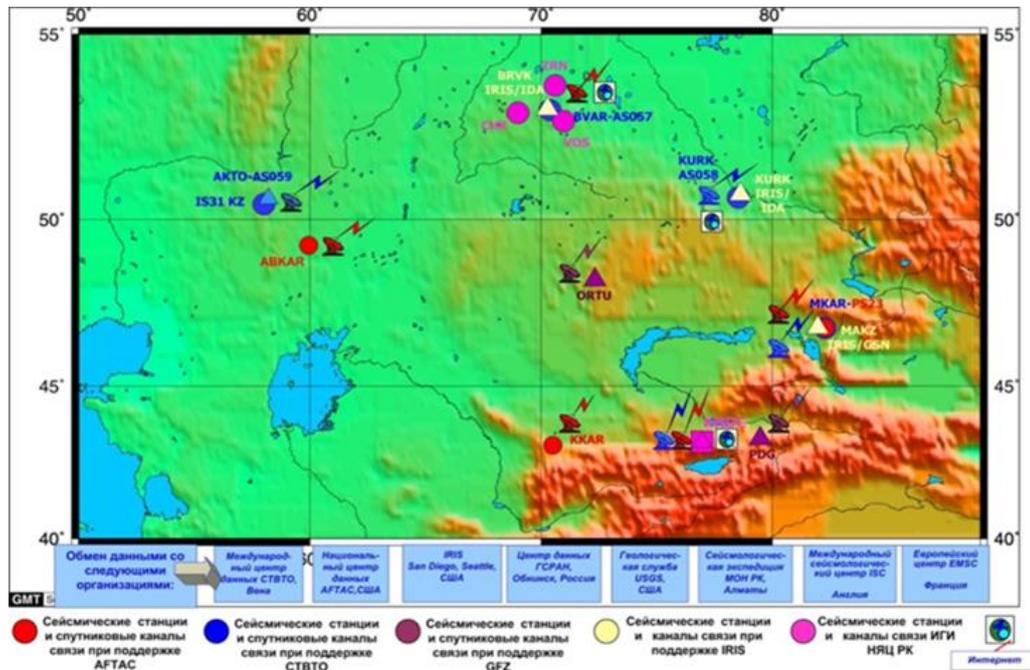
Землетрясение ощущалось в эпицентральной зоне с интенсивностью 6 баллов и сопровождалось серией афтершоков. Сделан вывод о тектонической природе этого события. Построен механизм его очага, из анализа которого следует:

**СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

1. Шалгинское землетрясение реализовано в условиях сжатия в северо-восточном направлении и растяжения в субширотном.

2. В очаге произошло смещение блоков в виде правостороннего сдвига по простиранию плоскости северо-восточного направления, что согласуется с ориентацией разлома, к которому приурочен очаг.

Зарегистрирован еще ряд событий тектонической природы. В частности, Карагинское землетрясение 2014 года с магнитудой 5,2 и максимальной интенсивностью 5-6 баллов. По записям также изучен механизм очага и найдены афтершоки. Не исключена возможность провоцирования такого землетрясения активной взрывной деятельностью в рядом расположенном карьере. Класс таких индуцированных землетрясений еще называют природно-техногенными.



**Рис. 1** Расположение станций на территории Казахстана, данные которых поступают в Центр данных

**Таблица 1**

**Инструментальные параметры Шалгинского землетрясения**

Дата	Время в очаге	Широта, N	Долгота, E	Глубина, км	M <sub>s</sub>	MPV	K
22.08.01	15.57.57,7	47,20	70,20	19	5,0	5,4	13,2

Примером техногенных сейсмических событий могут быть землетрясения на месторождении меди Жезказган. Длительная разработка данного месторождения (более 60 лет) привела к существенным геодинамическим изменениям в геологической среде, которые проявились мощными техногенными землетрясениями. Самое сильное из них с mb=4.8, Ms=4.5 произошло 1 августа 1994 г. на территории карьера Злауост-Беловский вблизи г. Жезказган. Это крупномасштабное обрушение унесло жизнь 6 человек и вызвало разрушение множества действующих подземных выработок и зданий на поверхности. Последствия землетрясения практически привели к полной остановке работ на одном из рудников, закрытию ряда шахт и переносу поверхностных строений из опасной зоны. Были искорежены рельсовые пути, опрокинуты вагоны. Сетью ИГИ зарегистрировано порядка 10 событий с магнитудой около 4 и выше.

**Заключение.** На основании проведенных исследований показано:

- Новый инструментальный уровень мониторинга, обеспеченный новой сетью сейсмических наблюдений ИГИ, дал возможность получить представительную статистику по тектоническим землетрясениям, взрывам на карьерах и в шахтах, техногенным событиям в Центральном Казахстане.

- Выявлены особенности проявления очагов землетрясений в платформенных структурах и освещен вопрос о природе сейсмических событий в Центральном Казахстане. Требуется продолжение исследований по сопоставлению информации о происходящих землетрясениях с геологическими и тектоническими данными. Выявление таких связей очень важно для исследования считавшихся ранее асейсмичных районов Центрального Казахстана.

- Необходимо учесть новые данные при оценке сейсмической опасности территории Центрального Казахстана при создании новых карт сейсмического районирования.

Литература

1. Михайлова, Н.Н. О сейсмических событиях в малоактивных и асейсмичных районах Казахстана / Н.Н. Михайлова, А.И. Неделков, И.Н. Соколова // Современная геодинамика, глубинное строение и сейсмичность платформенных территорий и сопредельных регионов. – Воронеж, 2001. – С. 131–133.
2. Беляшова Н.Н., Михайлова Н.Н. Система мониторинга ядерных испытаний НЯЦ РК: развитие и возможности // Вестник НЯЦ РК. – 2007. – Вып. 2. – С. 5–8.
3. Беляшова Н.Н., Михайлова Н.Н. Вместе с организацией по Договору о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний в поддержку безъядерного мира // Вестник НЯЦ РК. – 2008 г. – Вып. 2. – С. 5–15.

**ВЫДЕЛЕНИЕ ОПАСНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И УСЛОВИЙ КОМПЛЕКСОМ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ НА ХВОСТОХРАНИЛИЩЕ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА МЕСТОРОЖДЕНИЯ «НЕЖДАНИНСКОЕ»**

**А.А. Федоров, А.А. Сясько**

**Технический институт (филиал) ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова», г. Нерюнгри, Республика Саха (Якутия), Россия**

При проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений, необходимо учитывать все опасные процессы и воздействия [2, 3].

Объектом исследования является площадка для размещения строений и сооружений производственного назначения (золотоизвлекательная фабрика и хвостовое хозяйство) и отвалов пустых пород, поэтому при изысканиях под строительство таких особо ответственных объектов следует учитывать опасные геологические процессы, которые создают угрозу нормальной эксплуатации инженерных сооружений. Очень важно своевременно спрогнозировать возможные эффекты от их воздействия и проводить ряд защитных мер по их предотвращению [2].

Для выявления опасных геологических процессов на территории месторождения были проведен комплекс геофизических исследований, в состав которого вошли различные модификации электроразведки и сейсморазведка. Данный комплекс позволяет оценить физическое состояние изучаемой среды и выделить потенциально опасные участки.

Таким образом, были выделены разрывные нарушения, которые представлены зонами смятия и дробления с четкими тектоническими контактами [1].

Основным методом для выделения разрывных нарушений является корреляционный метод преломленных волн, так как для всех этих породных разностей характерна существенно отличающаяся от ненарушенного скального массива скорость распространения упругих волн, в зоне предполагаемых разрывных нарушений волна резко теряет свою скорость. Так, в ненарушенном скальном массиве, который, в основном, сложен алевритом, скорость продольных волн составляет от 3500 до 4500 м/с, а в зоне нарушенных пород – от 1600 м/с и ниже.

Дополнительно к анализу были привлечены данные дипольного зондирования, в которых разрывные нарушения находят отражение в нарушении корреляции изолиний сопротивлений [4].

Также методом дипольного зондирования были выделены границы распространения льдов. На разрезе удельных сопротивлений льды выделяются зонами аномально высоких сопротивлений (105-108 Ом\*м) по сравнению с вмещающими породами (30-150 Ом\*м) и очень хорошо совпадают с интервалами распространения по данным бурения.

Помимо этого, отмечено влияние погребенных льдов на характер естественного поля: в интервалах распространения погребенных льдов значения разности потенциалов естественного поля стремятся к минимуму (1-3 мВ) по сравнению со скальным массивом (3-5 мВ).

Эти погребенные льды являются ледниковыми, водно-ледниковыми отложениями верхнеплейстоценового возраста, распространены не повсеместно, представлены маломощными реликтовыми моренными отложениями мощностью до 10 м [1].

На объекте исследования методом естественного потенциала выделены обширные зоны фильтрационных процессов, тесно связанных с инженерно-геологическими условиями и рельефом местности. В зонах развития фильтрационных процессов разность потенциалов естественного поля возрастает (4,4-5 мВ), так как на поверхность выходят положительные заряды, тогда как в неводонасыщенных породах разность потенциалов составляет 3-4,4 мВ.

Таким образом, выделенные опасные геологические процессы показали непригодность выбранных площадок для целей размещения объектов производственного назначения, а именно хвостохранилища наливного типа: выделены массивы погребенных льдов, выделены высокопроницаемые зоны фильтрации и разрывные нарушения.

Особую опасность в хвостохранилищах такого типа представляют зоны фильтрации и погребенные льды: фильтрации, локализованные в разрывных нарушениях могут выполнять роль естественных дренажей, в которых возможны значительные утечки в нижний бьеф сооружения, а погребенные льды, особенно в зонах фильтрации, в результате термоэрозийных, сольфлюкционных и термокарстовых процессов могут вызвать появление нежелательных форм рельефа в виде деформаций и провалов, что сказывается на инженерно-технических и эксплуатационных свойствах хвостохранилища наливного типа. В связи с повышенной гидродинамической опасностью, дорогостоящими мероприятиями на строительство, обустройство и содержание хвостохранилища

**СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

наливного типа в качестве альтернативного варианта предлагается хранения хвостов в «сухом виде» на полигоне без организации хвостохранилища, либо в сгущенном пастообразном состоянии с сохранением замороженного состояния основного массива отходов и грунтов основания [5].

Литература

1. Гамянин Г.Н., Бортников Н.С., Алпатов В.В. Нежданинское рудное месторождение – уникальное месторождение Северо-Востока России. – М.: ГЕОС, 2001.
2. Рекомендации по проектированию сооружений хвостохранилищ в суровых климатических условиях. – М.: Стройиздат, 1977.
3. СНиП 22-01-95. Геофизика опасных природных воздействий. Минстрой России. – М.: ГП ЦПП, 1996.
4. Сясько А.А., Кузнецова К.С. Выделение разрывных нарушений по комплексным геолого-геофизическим данным // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-1.
5. Федоров А.А., Сясько А.А. Выделение опасных геологических процессов объектов производственного назначения месторождения «Нежданинское» // Известия Томского Политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2016. – Т. 327. – №6. – С. 64–70.

**ОЦЕНКА ГЛУБИНОСТИ МЕТОДА БДК ПО СОСТАВЛЯЮЩИМ ПАРАМЕТРА  
ПЕРВОГО СЛОЯ**

**А.Г. Фельдман, С.С. Сарвар, В.И. Иголкин**  
Научный руководитель доцент Н.В. Молокова  
**Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия**

В работе рассмотрены вопросы оценки глубинности исследования геоэлектрического разреза методом бесконечно длинного кабеля при использовании параметров горных пород первого слоя.

При исследовании геологического разреза методом БДК на переменном токе [1], в частности, с аппаратурой ЭММ [2] большое влияние на результаты наблюдений оказывают удельное сопротивление  $\rho_1$  и мощность  $d_1$  первого слоя, которые вместе с рабочей частотой  $f$  образуют параметр первого слоя  $d_1\sqrt{f/\rho_1}$  [3]. Этот параметр является мерой возможности прохождения (или экранирования) электромагнитной волны заданной частоты вглубь геоэлектрического разреза.

Для удобства записи нами он назван как параметр  $P_1^{БДК}$ , который выражается формулой (1):

$$P_1^{БДК} = d_1\sqrt{f/\rho_1}. \quad (1)$$

Параметр  $P_1^{БДК}$  необходим: 1) при выборе рабочей частоты метода БДК в период проектирования; 2) при оценке глубинности проведенных полевых работ; 3) при построении геоэлектрического разреза.

Расчёт параметра  $P_1^{БДК}$  реализован в программе Фельдмана А.Г. (2017 г.). В основу расчёта была положена формула (1). Задачей программирования было автоматическое определение каждого параметра из четырех по известным трем остальным.

Программа состоит из двух подпрограмм. В первой подпрограмме выполняется построение графиков зависимости параметра  $P_1^{БДК}$  от параметров  $d_1, f, \rho_1$ . Входными данными являются значения параметров  $d_1, f, \rho_1$ , хранящиеся в соответствующих текстовых файлах  $d1.txt, f.txt, \rho1.txt$ . Выходными данными являются графики, построенные на основе вычисленного параметра  $P_1^{БДК}$ .

Построение графиков осуществляется с помощью библиотеки ZedGraph. На оси  $x$  откладываются значения мощности первого слоя  $d_1$ , а на оси  $y$  – вычисленный параметр  $P_1^{БДК}$ . Масштаб осей – логарифмический. Для каждой кривой постоянными являются значения частоты  $f$  и сопротивления  $\rho_1$ . На рис. 1 представлен фрагмент программы, где осуществляется вычисление значения параметра  $P_1^{БДК}$  и добавление точек  $(d_1, P_1^{БДК})$  на график.

```
for (int i = 0; i < pf.Count(); i++)
    if (checkedListBox1.GetItemChecked(i))
    {
        x = rnd.Next(0, 256);
        y = rnd.Next(0, 256);
        z = rnd.Next(0, 256);
        for (int j = 0; j < pp1.Count(); j++)
        {
            points1 = new PointPairList();
            for (int k = 0; k < pd1.Count(); k++)
            {
                P1 = pd1[k] * Math.Sqrt(pf[i] / pp1[j]);
                points1.Add(pd1[k], P1, pp1[j], pf[i].ToString());
            }
            if (j == 0)
                s = "f=" + pf[i].ToString() + " Гц";
            else
                s = "";
            pane.AddCurve(s, points1, Color.FromArgb(x, y, z), SymbolType.None);
            pane.CurveList[j].AddPoint(points1[2]);
        }
    }
}
```

**Рис. 1** Фрагмент программы, где происходит вычисление параметра  $P_1^{БДК}$

Цвет каждой линии соответствует определенному значению частоты. Для наглядности на каждую линию добавляется окружность, цвет которой соответствует определенному значению сопротивления.

Параметр  $P_1^{БДК}$ , конкретизируемый значениями  $\rho_1$  и  $d_1$  исследуемого участка, накладывает ограничения на методику работ, т. е. рабочую частоту  $f$ . При  $P_1^{БДК} < 0,002 \div 0,04$  верхний слой практически не оказывает влияния на результаты наблюдений [3], и они в основном определяются удельным сопротивлением второго слоя. В этом случае применяемая частота обеспечивает прохождение электромагнитной волны через первый слой с его значениями  $\rho_1$  и  $d_1$  и достоверность результатов съёмки по сопротивлению подстилающих пород. При  $P_1^{БДК} > 0,3 \div 0,4$  верхний слой полностью экранирует нижележащую толщу, результаты съёмки не достоверны, и для устранения эффекта экранирования нужно уменьшать рабочую частоту.

На рис. 2 представлен пример работы программы для значений частоты  $f = 312,5$  Гц и  $f = 2000$  Гц.

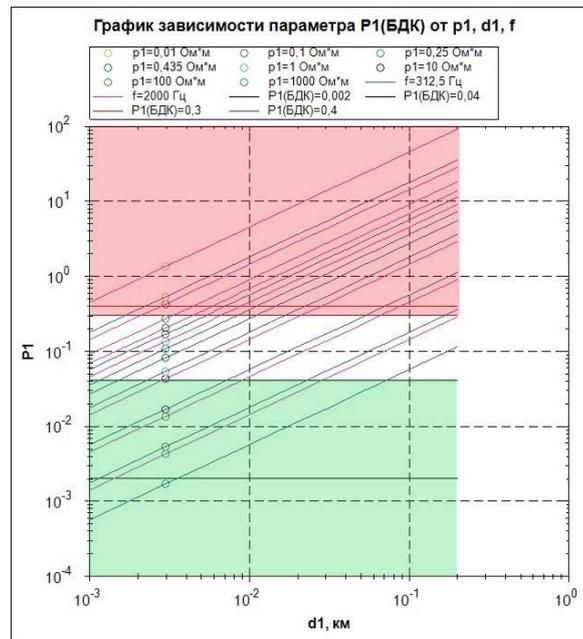


Рис. 2 График зависимости параметра  $P_1^{БДК}$  от параметров  $d_1, f, \rho_1$

- - зона полного экранирования ЭМП первым слоем ( $P_1^{БДК} > 0,3 \div 0,4$ );
- - зона хорошего прохождения ЭМП ( $P_1^{БДК} < 0,002 \div 0,04$ ) – первый слой не влияет на глубинность исследования.

Во втором модуле выполняется расчет неизвестного параметра (формула 1).

*Основные результаты.* Программа позволяет вычислять все параметры. Параметр  $P_1^{БДК}$  может быть использован:

- 1) для определения допустимой частоты  $f$  при известных мощности  $d_1$  и сопротивлении  $\rho_1$  первого слоя;
- 2) для определения предельной мощности  $d_1$  при известной частоте  $f$  и удельном сопротивлении  $\rho_1$  первого слоя;
- 3) для определения предельного сопротивления  $\rho_1$  первого слоя при известной частоте  $f$  и мощности  $d_1$ .

Пользование программой при частоте  $f = 312,5$  Гц с изменением мощности  $d_1$  от 1 м до 100 м и  $\rho_1$  от 0,1 до 1000 Ом·м даёт следующие результаты (табл. 1):

Таблица

Результаты расчетов в программе при частоте  $f = 312,5$  Гц

$\rho_1$ Ом·м \ $d_1$ км	м	1,0	3,1	10	100	1000
0,001	<b>0,056</b>	0,018	0,01	0,0056	0,0017	0,00056
0,0025	<b>0,14</b>	<b>0,044</b>	0,025	0,014	0,0044	0,0014
0,005	<b>0,28</b>	<b>0,088</b>	<b>0,05</b>	0,028	0,0088	0,0028
0,0075	0,42	<b>0,133</b>	<b>0,075</b>	<b>0,042</b>	0,013	0,0042
0,01	1,78	<b>0,16</b>	<b>0,1</b>	<b>0,056</b>	0,017	0,0056
0,025	1,34	0,442	<b>0,251</b>	<b>0,14</b>	<b>0,044</b>	0,014
0,05	2,8	0,884	0,5	<b>0,28</b>	<b>0,088</b>	<b>0,028</b>
0,075	4,19	1,326	0,753	0,42	<b>0,132</b>	<b>0,042</b>
0,1	5,5	1,8	1,0	0,56	<b>0,18</b>	<b>0,056</b>

## СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

В таблице жирным шрифтом показана промежуточная зона значений  $R_1^{БДК}$  между зоной хорошего прохождения ЭМП (вверху) и зоной полного экранирования ЭМП первым слоем (внизу).

Для обеспечения работы в зоне полного экранирования ЭМП необходимо уменьшить рабочую частоту, пользуясь приведенной программой, а в промежуточной зоне корректировать привязку результатов по глубине.

### Литература

1. Заборовский А.И. Электроразведка. ГосНТИ нефтяной и горно-топливной литературы. М., 1963. 420 с.
2. Методы и аппаратура электроразведки на переменном токе: научное издание / В.И. Иголкин, Г.Я. Шайдуров, О.А. Тронин, М.Ф. Хохлов. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2016. – 272 с.
3. Низкочастотное электрическое поле прямолинейного заземленного кабеля над двухслойной средой / А.В. Вешев, Е.Ф. Любцева, Г.П. Самосюк, А.В. Яковлев, Л., 1971. С 23–47.

## РОЛЬ ПРИЛИВНЫХ СИЛ КАК ТРИГГЕРА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ, РАНЖИРОВАННЫХ ПО ШИРОТАМ

Д.Л. Чубаров

Научный руководитель профессор М.М. Немирович-Данченко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Исследование механизмов возникновения землетрясений на сегодняшний день является одним из наиболее широко освещенной областью фундаментальной геофизики. Ежегодно службами мониторинга по всему миру фиксируется около двух тысяч землетрясений с магнитудой больше 5 по шкале Рихтера.

В подавляющем большинстве случаев землетрясения приурочены к зонам соприкосновения литосферных плит. Считается, что причиной землетрясений являются глобальные геологические и тектонические силы. Тем не менее, природа этих сил до сих пор не совсем ясна.

Несмотря на это землетрясения остаются одной из наиболее серьезных угроз для жизни и здоровья людей. Так, в современной истории наиболее разрушительным стало Таншаньское землетрясение, произошедшее в 1976 году. Жертвами этой природной катастрофы стали, по меньшей мере, 240 тысяч человек (хотя, по некоторым сведениям, число погибших доходит до 800 тысяч). В 2004 году в Индийском океане серия толчков магнитудой от 9,1 до 9,3 вызвала цунами, увлекшее жизни 230 тысяч человек.

В 2011 году у восточного побережья острова Хонсю в Японии произошло землетрясение магнитудой от 9 до 9,1. Это землетрясение стало самым сильным за всю историю наблюдений в Японии и вошло в десятку сильнейших землетрясений в истории человечества. Хотя по числу человеческих жертв данное землетрясение нельзя отнести к катастрофическим, тем не менее, цунами, вызванное этим землетрясением, стало причиной аварии на Фукусимской АЭС – крупной радиационной аварии максимального 7-го уровня по Международной шкале ядерных событий.

Таким образом, **актуальность** изучения механизмов возникновения землетрясений не вызывает сомнений. Чем больше работ и исследований будет посвящено данной тематике, тем больше шансов приблизиться к наиболее полному представлению о процессах подготовки землетрясений и, как следствие, иметь возможность снизить потенциальный ущерб от землетрясений.

**Цель** данного исследования – установить взаимосвязь между землетрясениями, произошедшими в определенном широтном диапазоне.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие **задачи**:

1. Сделать выборку землетрясений по широтам (Рис. 1)
2. Рассчитать значения компонент приливных сил для точек эпицентров землетрясений
3. Провести анализ получившихся результатов.

Для дальнейшей обработки было выбрано 700 землетрясений с магнитудой больше 4,5, произошедших за последние 10 лет в северном полушарии (рис. 1).

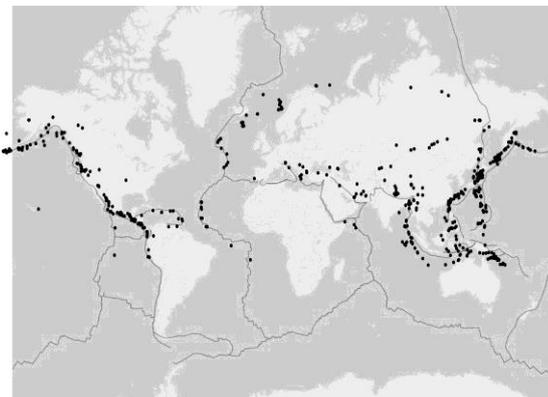


Рис. 1 Землетрясения, выбранные для исследования

При выводе формулы (1) были учтены только малые величины первого порядка. В настоящее время при учете влияния Луны принято рассматривать и малые величины второго порядка. Кроме этого, вводится поправка на смещение уровенной поверхности (поправка Гонкасало), которая учитывает изменение силы тяжести, возникающее в результате действия зональных приливных волн. В окончательном виде полная поправка к силе тяжести, вводимая в настоящее время на приливный эффект, определяется выражениями:

для вертикальной компоненты

$$\begin{aligned} \delta g_{\Pi}^N = & 1,2 f m_{\text{л}} \frac{a}{r_{\text{л}}^3} (\cos^2 z_{\text{л}} - 1) + 1,8 f m_{\text{л}} \frac{a^2}{r_{\text{л}}^4} (5 \cos^3 z_{\text{л}} - 3 \cos z_{\text{л}}) + \\ & + 1,2 f m_{\text{с}} \frac{a}{r_{\text{с}}^3} (3 \cos^2 z_{\text{с}} - 1) + 0,457 f a \left( \frac{m_{\text{л}}}{r_{\text{л}}^3} + \frac{m_{\text{с}}}{r_{\text{с}}^3} \right), \end{aligned} \quad (2)$$

для горизонтальной компоненты

$$\delta g_{\Pi}^G = 1,8 f a \left( \frac{m_{\text{л}}}{r_{\text{л}}^3} \sin 2z_{\text{л}} + \frac{m_{\text{с}}}{r_{\text{с}}^3} \sin 2z_{\text{с}} \right). \quad (3)$$

Следующим шагом после проведения расчетов стало сопоставление времени момента землетрясения с коэффициентом приливной активности в этот момент. Коэффициент приливной активности рассчитывался как отношение значения компонент приливных сил в момент землетрясения к максимальному значению за полный период исследования (1 год).

#### Литература

1. Авсюк Ю. Н. Приливные силы и природные процессы. – М.: ОИФЗ РАН, 1996. – 188 с.
2. Маюско, А.А. Паин Б.Д. Динамика атмосферы в неоднородном поле силы тяжести. – СПб.: РГГМУ, 2002. – 245 с.
3. Palumbo A. Lunar and solar tidal components in the occurrence of earthquakes in Italy // Geophysical Journal International. – 1986. – Т. 84. – №. 1. – С. 93–99.

### ВЫБОР ИНФОРМАТИВНОГО СЕЙСМИЧЕСКОГО АТРИБУТА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ ПЕТРОФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

**В.В Шестаков, А.А Аржаник, А.А. Шевченко**

Научный руководитель к.т.н., зам. директора ООО НАЦ «Недра», Д.Ю. Степанов

ООО Научно-аналитический центр «Недра», г. Томск, Россия

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Одной из актуальных задач геофизики на сегодняшний день является задача прогноза петрофизических параметров геологической среды. Многочисленные и разнообразные методы её решения уже разработаны. В их число входит: машинное обучение, нейронные сети, геостатистика, стохастическое моделирование и т.д. Все они имеют свое уникальное применение и активно развиваются, при этом не прекращается разработка новых методик и подходов.

В общем случае, все методы прогноза параметров геологических сред можно разделить на две группы. Первая включает в себя методы, использующие только данные о прогнозируемом параметре. Вторая группа базируется на привлечении сейсмических атрибутов в качестве вспомогательной информации. Как показала практика, вторая группа методов позволяет строить более правдоподобные модели и в целом дает лучшие результаты. Однако важно отметить, что их эффективность зависит от ряда факторов: зашумленности исходного сейсмического поля; корректности увязки по глубине сейсмических атрибутов и прогнозируемых параметров; информативности сейсмического атрибута для конкретно взятого параметра [1]. В рамках данной работы рассматривается последний фактор и, соответственно, вопросы оценивания информативности атрибутов. Под информативностью атрибута при решении задачи прогнозирования геологической среды следует понимать его взаимосвязь с прогнозируемым параметром, которая может быть описана некоторой количественной величиной и напрямую влияет на качество и точность прогноза.

Линейная взаимосвязь, мерой которой может являться коэффициент корреляции Пирсона, считается наиболее простой, а также часто рассчитываемой на практике. Коэффициент корреляции, предположительно, можно также принять в качестве меры информативности. Для проверки этой гипотезы были рассчитаны коэффициенты корреляции между набором параметров и сейсмическими атрибутами, полученными на одном из месторождений углеводородов Томской области, список которых приведен ниже:

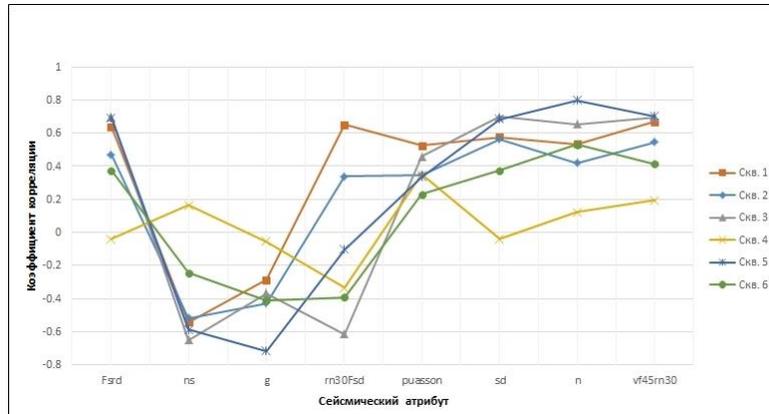
– параметры геологической среды, полученные по данным ГИС в стволах шести скважин:  $A_{ps}$  – потенциал самопроизвольно возникающего электрического поля;  $K_p$  – коэффициент пористости;  $A_{gk}$  – результаты записи гамма каротажа;  $A_{ngk}$  – результаты записи нейтрон гамма-каротажа;

– набор кубов сейсмических атрибутов:  $F_{srd}$  – куб суммы ОГТ с деконволюцией;  $g$  – куб градиента амплитуды;  $n$  – куб нормального луча;  $vf45rn30Fsd$  – куб рангов после адаптивной веерной фильтрации;

**СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

sd – результирующий временной куб с деконволюцией; rn30Fsd – куб рангов; puasson – куб коэффициентов Пуассона; ns – разность кубов нормального распределения и суммы ОГТ.

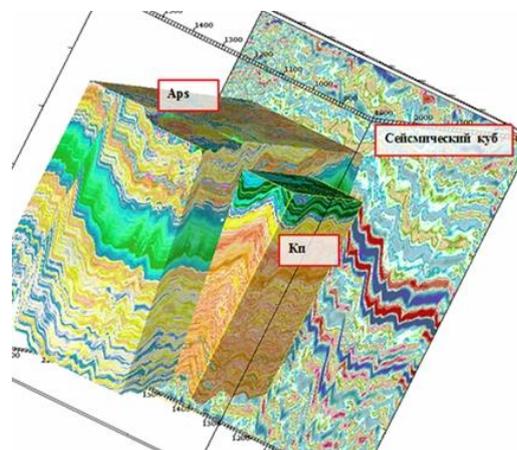
В качестве примера на рисунке 1 представлены результаты расчета коэффициента корреляции между сейсмическими атрибутами и параметром *Aps* в точках скважин в интервале [-10;10] мс относительно горизонта Баженовской свиты.



**Рис. 1** График коэффициента корреляции между сейсмическими атрибутами и параметром *Aps* в точках шести скважин

Как видно из рисунка, наилучшая линейная взаимосвязь наблюдается при использовании атрибута *vf45rn30Fsd*, средний коэффициент корреляции для которого равен 0.53. Исходя из данного факта, можно считать, что *vf45rn30Fsd* является наиболее информативным атрибутом для прогноза параметра *Aps*.

Для проверки данного утверждения были рассчитаны объемные модели параметра *Aps* (рисунок 2) относительно каждого имеющегося сейсмического атрибута по алгоритму, подробно изложенному в [3]. Полученные модели использовались для оценки точности восстановления параметров методом кросс-валидации. Если выдвинутое предположение верно, тогда результаты кросс-валидации для модели *Aps*, рассчитанной по атрибуту *vf45rn30Fsd*, должны показать наименьшую погрешность, в сравнении со всеми прочими. Результаты проведения кросс-валидальной оценки точности приведены в таблице 1.



**Рис. 2** Комплексное представление сейсмического куба и объемных моделей параметров *Aps*, *Kп*

**Таблица 1**

*Среднее значение ошибки прогноза, рассчитанной методом кросс-валидации*

Сейсмический атрибут	Fsrд	g	n	ns	Puasson	Rn30Fsd	Sd	Vf45rn30Fsd
Среднее значение ошибки прогноза <i>Aps</i>	0.45	1	0.38	0.69	0.11	0.82	2.97	1.15

Основываясь на данных, приведенных в таблице, можно сделать вывод о том, что наименьшая ошибка моделирования параметра *Aps* достигается при использовании атрибута *Puasson* и предположение о наибольшей

информативности атрибута  $vf45rn30Fsd$  – неверно. По аналогии с  $Aps$ , коэффициенты корреляции, а также объемные модели, были рассчитаны для трех оставшихся параметров:  $Agk$ ,  $Angk$  и  $Kп$ . Соответствующие результаты кросс-валидации приведены в таблице 2.

Таблица 2

Информативные атрибуты по критерию максимальной корреляции и результаты кросс-валидации

Параметр геологической среды	$Aps$	$Kп$	$Agk$	$Angk$
Наиболее информативный атрибут по критерию максимальной корреляции	$vf45rn30Fsd$	$g$	$n$	$sd$
Атрибут, при котором ошибка кросс-валидации минимальна	Puasson	Puasson	$vf45rn30Fsd$	Puasson

Очевидно, что корреляционный метод оценки информативности оказался неэффективным. Из этого можно сделать вывод, что в рамках задачи моделирования параметров геологической среды, для оценки информативности сейсмических атрибутов надежнее использовать результаты кросс-валидации. Для её проведения достаточно вычислить прогнозные значения параметров лишь в тех точках, в которых известны реальные значения. Такой подход, однако, весьма трудоемок при использовании алгоритмов машинного обучения и нейронных сетей, т.к. большая их часть обучается по данным всего месторождения даже в случае, когда прогноз осуществляется лишь в нескольких точках.

**Выводы:** в ходе данной была проверена гипотеза о том, что информативность сейсмических атрибутов при решении задачи прогноза параметров геологической среды может быть оценена с путем расчета коэффициента корреляции Пирсона между сейсмическими атрибутами и прогнозируемыми параметрами; проверяемая гипотеза была отвергнута, так как результаты корреляционной оценки информативности противоречили результатам кросс-валидальной оценки точности.

#### Литература

1. Лаврик А.С., Логинов Д.В., Ванярхо М.А. Применение нейросетей для прогнозирования пористости в 3D кубах (расчет по сейсмическим атрибутам и каротажным данным) // Приборы и системы разведочной геофизики. – 2012. – Т. 39. – №. 1. – С. 54–57.
2. Philip S. Shultz, Shuki Ronen, Masami Hattori and Chip Corbett. Seismic-guided estimation of log properties // The Leading Edge. – 1994. – Volume 13. – Issue 5. – P. 305–310.
3. Shestakov V.V., Stepanov D.Yu., Sysolyatina G.A. Three-dimensional models of geoenvironmental parameters // Advances in Computer Science Research. – 2016. – Vol. 51. – Information Technologies in Science, Management, Social Sphere and Medicine (ITSMSSM 2016). – P. 126–129.

### ВЛИЯНИЕ ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ НА ИНТЕРПРЕТАЦИЮ ДАННЫХ ГИС НА ПРИМЕРЕ КРАПИВИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Н.В. Яковенко

Научный руководитель доцент В.П. Меркулов

*Национальный исследовательский Томский Политехнический Университет, г. Томск, Россия*

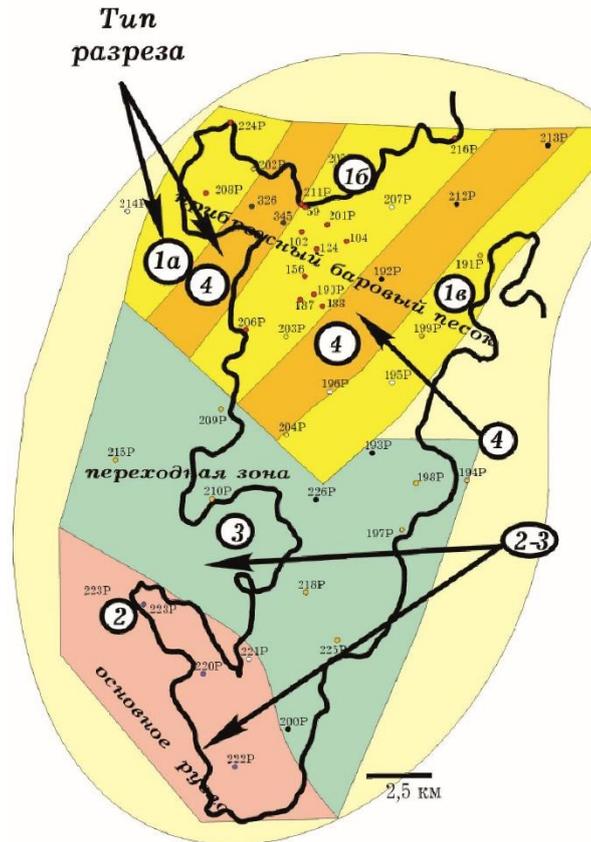
При анализе расположения и подсчета запасов большое значение имеет оценка фильтрационно-емкостных свойств, получаемых по комплексу данных исследований керна и ГИС. Эти данные существенно зависят от истории геологического развития и обстановок осадконакопления пластов-коллекторов. В качестве примера рассмотрены данные по Крапивинскому месторождению.

В геологическом строении Крапивинского месторождения принимают участие интенсивно метаморфизованные и дислоцированные образования доюрского складчатого фундамента и залегающие на нём терригенные отложения различного литолого-фациального состава мезозойско-кайнозойского платформенного чехла.

В тектоническом плане Крапивинское месторождение приурочено к группе сложно построенных локальных поднятий, принадлежащих, в свою очередь, южной части Каймысовского свода. Основным продуктивным объектом является верхневасюганская подсвета, сложенная преимущественно песчаниками, объект представляет собой региональный нефтегазоносный горизонт Ю<sub>1</sub>. Пласт Ю<sub>1</sub><sup>3</sup> подугольной толщи прослеживается по всему району Каймысовского свода, он сформирован в прибрежно-морских условиях при слабой регрессии морского бассейна. Анализ геолого-геофизических данных проводился по этому основному продуктивному объекту.

Особенности литологического строения пласта Ю<sub>1</sub><sup>3</sup> позволяют выделить в пределах Крапивинского поднятия четыре фации: 1(1а, 1б, 1в), 2, 3, 4 (рис. 1).

**СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**



**Рис. 1 Фаціальная схема продуктивного резервуара Ю<sup>13</sup> Крапивинского месторождения  
(Белозеров В.Б., 2004)**

Фаацию 1а слагают крупно-среднезернистые, массивные, слабосцементированные песчаники. Формирование осадка происходило в условиях пляжа при участии сильных вдольбереговых течений. Фаацию 1б слагают средне-мелкозернистые, слабо- и среднесцементированные массивные песчаники. Формирование осадка происходило в условиях пляжа и мелководной зоны при участии сильных вдольбереговых течений. Фаацию 2 слагают массивные, неясно- либо горизонтальнослоистые, мелкозернистые, слабглинистые песчаники и алевролиты. Формирование осадка связано с микрофациями пляжей больших равнинных рек, эоловой переработкой речных осадков, с фацией направленных течений. Фаацию 3 слагают в нижней части разреза средне-мелкозернистые, среднесцементированные, градиционно и горизонтально-слоистые песчаники, а в верхней – массивные, горизонтально-слоистые, мелкозернистые, слабглинистые песчаники и алевролиты. Формирование осадка происходило в условиях морского мелководья при участии направленных течений. Фаацию 4 слагают мелкозернистые, горизонтально и косослоистые песчаники, а также алевролиты. Формирование осадка происходило в условиях морского мелководья при участии вдольбереговых течений [1].

В ходе работы были определены интерпретационные параметры по керновым данным:

- По построенной зависимости плотности от открытой пористости рассчитано значение плотности скелета, данный параметр получился одинаковый по всем фациям и составляет среднее значение  $2,66 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$ .
- По построенной зависимости скорости продольных волн от открытой пористости рассчитано значение скорости распространения продольных волн в скелете, среднее значение которой составляет 4,64 км/с.
- По построенной зависимости времени пробега продольных волн от открытой пористости рассчитано значение времени пробега продольных волн в скелете, среднее значение которого составляет 185,89 мкс/м.

Аномальными являются фация 1в и фация 2. Фаация 1в относится к осевой части барового тела и отличается аномальными петрофизическими параметрами, что мы видим из полученных результатов: скорость продольных волн в скелете составляет 4,53 км/с, а время пробега продольных волн увеличилось по сравнению с другими фациями и составляет 226,63 мкс/м. Фаация 2 относится к русловому типу отложения и в ней породы более сортированы и упорядочены. Исходя из полученных данных, скорость прохождения акустических волн намного выше, чем в других фациях, и составляет 5,97 мкс/м, а время пробега продольных волн в скелете составляет 117,92 мкс/м.

Для дальнейшего расчета водонасыщенности были определены по керновым данным коэффициенты  $a$ ,  $m$ ,  $n$ ,  $b$  следующим образом:

- По построенной зависимости параметра пористости от открытой пористости найдены коэффициенты  $a$ ,  $m$ .
  - По построенной зависимости параметра насыщения от водонасыщенности найдены коэффициенты  $b$ ,  $n$ .
- Схема интерпретации ГИС при подсчете запасов УВ:

1) Первоначальным этапом является выделение коллекторов при литологическом расчленении разреза. Для выделения коллекторов были использованы следующие признаки: низкие показания кривых ПС и ГК; уменьшение диаметра скважины (диаметр скважины меньше диаметра номинального); приращение показаний МПЗ над МГЗ.

- 2) Далее рассчитываем глинистость, используя два метода:  
– Глинистость по ПС определяется по формуле

$$V_{sh} = \frac{SP - SP_{min}}{SP_{max} - SP_{min}},$$

где  $SP$  – показания ПС,  $SP_{min}$  – показания в чистых песчаниках,  $SP_{max}$  – показания в глинах.  
– В методе ГК глинистость определяется по формуле

$$V_{sh} = \frac{GR - GR_{min}}{GR_{max} - GR_{min}},$$

где  $GR$  – показания ГК,  $GR_{min}$  – показания в чистых песчаниках,  $GR_{max}$  – показания в глинах.

- 3) Затем рассчитываем эффективную пористость, используя два метода:  
– Для АК используется формула

$$\emptyset_{ef} = \frac{\Delta t - \Delta t_{ma}}{\Delta t_f - \Delta t_{ma}} - V_{sh} \frac{\Delta t_{sh} - \Delta t_{ma}}{\Delta t_f - \Delta t_{ma}},$$

где  $\Delta t$  – измеренное время пробега волн,  $\Delta t_{ma}$  – время пробега волн в скелете,  $\Delta t_f$  – время пробега волн во флюиде (в нашем случае соответствует пресному буровому раствору и равняется 620 мкс/м),  $\Delta t_{sh}$  – время пробега волн в глинах,  $V_{sh}$  – объем глин.

- По НК эффективная пористость определяется как

$$\emptyset_{ef} = W - V_{sh} * \emptyset_{Nsh},$$

где  $W$  – нейтронная пористость,  $V_{sh}$  – объем глин,  $\emptyset_{Nsh}$  – нейтронный показатель в глинах.

- 4) Заключительным этапом является расчет водонасыщенности по уравнению Арчи – Дахнова

$$S_w = \sqrt[n]{\frac{aR_w b}{\emptyset^m R_t}},$$

где  $R_w$  – сопротивление пластовой воды (в нашем случае равняется 0.07 Ом\*м),  $R_t$  – сопротивление пласта с учетом поправки за скин-эффект,  $\emptyset$  – измеренная пористость,  $a$  и  $b$  – коэффициенты,  $m$  – показатель цементации,  $n$  – показатель насыщенности [2].

Итоговый объем глин был получен как среднее значение между коэффициентами глинистости, определенными по методам ГК и ПС, так как каждый метод в отдельности не дает абсолютно надежной связи с глинистостью.

Окончательный выбор метода для расчета пористости основывался на сопоставлении значений пористости, определенных по данным кривых нейтронного и акустического каротажей, с пористостью, определенной по керну, так чтобы в конечном итоге при построении кросс-плота расхождения составляли не больше 3%. С целью получения данного результата был выбран наиболее сходимый метод для расчета пористости: в зонах 1а, 1б, 2, 3, 4 использовался нейтронный метод; в зоне 1в – акустический метод. Среднее значение пористости для фаций: 1а – 16%, 1б – 17%, 1в – 14%, 2 – 15%, 3 – 15%, 4 – 8%. Исходя из полученных значений, фация 4 является менее продуктивной из всех остальных. Для расчета водонасыщенности были использованы обобщенные данные – константы Гамбла, поскольку фактические данные приводят к уменьшению водонасыщенности.

В качестве примера интерпретации приведен планшет скважины 226Р (рис. 2).

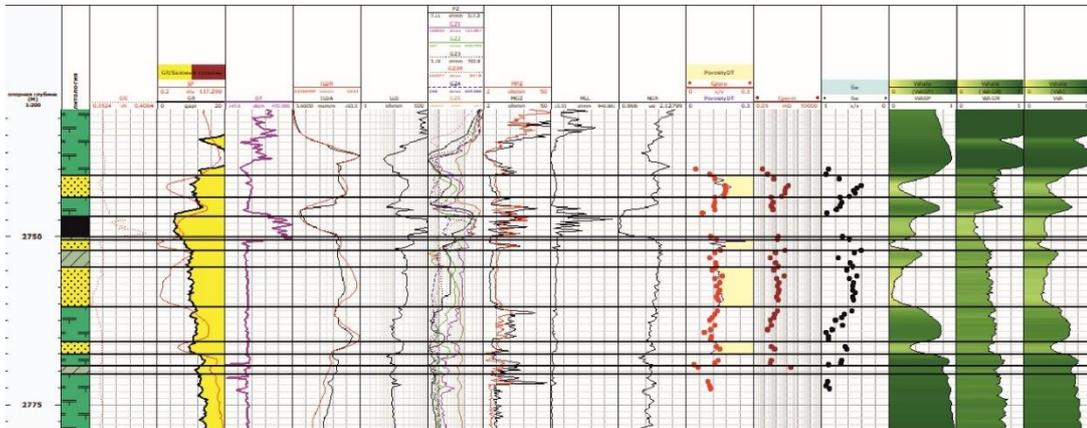


Рис. 2 Планшет скважины 226Р

*СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ*

По полученным результатам можно сделать вывод, что учет литолого – фациальной зональности способствует повышению надежности получаемых данных. На основании полученных значений водонасыщенности можно определить насыщение пород ( $Sw < 30\%$  – нефть,  $30\% < Sw < 55\%$  – переходная зона,  $Sw > 55$  – вода). Фации 3, 4 являются водонасыщенными, фация 1 – нефтенасыщенной, а фация 2 является переходной зоной, соответственно содержит нефть с водой.

Литература

1. Отчет по договору с ОАО «Томскнефть» «Анализ разработки Крапивинского нефтяного месторождения». – Томск, 2004. – 425 с.
2. Log Interpretation Principles/Applications: Schlumberger Educational Services. – Texas, 1989. – 241 p.

## Секция б

# ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

### МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ АЛМАТЫ

Р. Адильбекова, А.Н. Сарсенбаева

Научный руководитель А.Н. Сарсенбаева

*РГП ПХВ «Информационно-аналитический центр геологии и минеральных ресурсов РК»  
г. Алматы, Республика Казахстан*

Цель: изучить свойства и описать минеральную воду г. Алматы.

Объектом исследования являются санаторно-лечебные центры и термоминеральные источники города Алматы. В качестве конкретного объекта рассмотрены город Алматы и Алматинская область.

Предметом исследования являются минеральные и термоминеральные источники.

Минеральные воды — сложные растворы, в которых вещества содержатся в виде ионов, недиссоциированных молекул, газов, коллоидных частиц. Минеральными природными питьевыми водами называются воды, добытые из водоносных горизонтов или водоносных комплексов, защищённых от антропогенного воздействия, сохраняющих естественный химический состав и относящиеся к пищевым продуктам, а при повышенной минерализации или при повышенном содержании определённых биологически активных компонентов оказывающие лечебно-профилактическое действие.

В зависимости от назначения питьевые минеральные воды классифицируют на: столовые — минеральные воды с минерализацией менее 1 г на  $\text{дм}^3$  и с содержанием биологически активных компонентов менее установленной концентрации; столовые воды пригодны для ежедневного применения здоровыми людьми без ограничений [2].

В зависимости от газового состава и наличия специфических компонентов минеральные воды делят на: углекислые, сульфидные (сероводородные), азотные, кремнистые ( $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ), бромистые, йодистые, железистые, мышьяковистые, радиоактивные (Rn) и другие. Реакция воды (степень кислотности или щелочности, выражаемая величиной pH) имеет важное значение для оценки её лечебного действия. Кислые воды имеют  $\text{pH} = 3,5\text{—}6,8$ , нейтральные —  $6,8\text{—}7,2$ , щелочные —  $7,2\text{—}8,5$  и выше [2].

Минерализация — показатель количества содержащихся в воде растворенных веществ (неорганические соли, органические вещества). По химическому составу различается шесть классов минеральных вод: гидрокарбонатные, хлоридные, сульфатные, смешанные, биологически активные и газированные [6].



Рис.1 Санаторий «Коктем»



Рис.2 Источник «Горельник»



Рис.3 Санаторий "Алатау"

Были взяты также анализы проб воды с санаториев «Коктем», «Алатау», «Алматы», «МВД» и с участков «Пригородный», «Тургень», «Алма-арасан» и «Горельник», химический состав которых представлен ниже в таблице.

«Горельник» — термоминеральные источники на северном склоне хребта Заилийский Алатау, в 18 км к югу от Алма-Аты. Формируются в зоне глубинных тектонических разломов. Воды пресные гидрокарбонатно-сульфатно-натриевые. Добываются скважиной с глубины 250 м. Самоизливающиеся воды с дебитом 800  $\text{м}^3/\text{сут}$  и температурой  $27^\circ\text{C}$ , и мы набрали воду из источника и сдали на анализ [3].

Минеральные воды участка санатория «МВД» приурочены к отложениям неогена, представленным переслаиванием песчаников и конгломератов с глинами. По химическому составу вода хлоридно-сульфатная натриевая маломинерализованная [5].

Среди биологически активных элементов отмечается высокое содержание кремниескислоты — 47-64 мг/л; радона — 4,9 нКи/л. Из нормируемых компонентов наблюдается повышенное содержание фтора, составляющее 15,5 мг/л, что не позволяет рекомендовать воду для внутреннего применения. В газовом составе преобладает азот. Санитарно-бактериологические показатели и органолептические свойства соответствуют нормативным

**СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЯХ**

требованиям. В соответствии с классификацией минеральная вода из скважины №8/85 относится к бальнеологической группе – кремнистых азотных терм.

**Таблица**

*Химический состав минеральной воды*

	Cl	Ca	Na	Mg	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	pH	T	M
	мг/л							С°	г/л
<b>Алматы</b>	81	37	62	-	17	-	8,6-8,75	42,5	2,3
<b>Коктем</b>	25-35	5-8	85-95	-	45-65	-	7,8-9,2	50	0,6-0,7
<b>МВД</b>	21-26	7-13	87-93	-	48-55	9-11	7,9-9,0	55	0,5
<b>Алатау</b>	86-98	56-61	36-43	-	-	-	7,2-7,8	45-55	6,1-14,4
<b>Пригородный</b>	24	45	54	1	5	-	7,3	56	14,6
<b>Тургень</b>	90-92	2	96	-	6-7	-	6,7-7,4	50	115-120
<b>Алма-арасан</b>	-	-	81	11	12	47	8,3	23-39	0,23
<b>Горельник</b>	-	-	76	10	22-36	45	8,0	22-27	0,12-0,14

Минеральные воды участка санатория «Коктем» базируются на подземных водах миоценовых отложений, представленных алевритами, конгломератами и песчаниками, залегающими в виде прослоев среди плотных глин. Вода хлоридно-сульфатная натриевая с минерализацией 0,6-0,7 г/л. Среди биологически активных элементов отмечается высокое содержание кремнекислоты – до 35-51,9 мг/л. Органические вещества в расчёте на углерод присутствуют в количестве менее 5 мг/л. Токсичные компоненты не обнаружены. В соответствии с классификацией минеральная вода скважины №23/89 санатория «Коктем» относится к бальнеологической группе – кремнистых азотных терм. [3] Санаторий имеет свой источник минеральной воды, выведенный в 1990 году на его территории из глубинных водоносных слоев (2350 метров) [4]. Минеральная вода по составу является азотной слабоминерализованной щелочной гипертермой (42-44 гр.) стабильного хлоридно-сульфатно-натриевого состава, обогащенной кремниевой кислотой и фтором. [1]

Минеральные воды санатория "Алатау" вскрыты в интервале 1577-2332 м в образованиях неогена, представленных переслаиванием песчаников и конгломератов с глинами и аргиллитами. Проницаемые породы имеют подчинённое значение. Мощность отдельных прослоев водосодержащих пород изменяется от 3-5 м до 12-17 м. Подземные воды напорные. Уровни устанавливаются на глубине 31,5-39 м.

Минеральные воды участка «Алма-арасан» выходят на поверхность в сопровождении азотных струй, что является характерным для всех кремнистых терм северного Тянь-Шаня. Минерализация вод не превышает 0,2 г/л. По химическому составу они сульфатно-гидрокарбонатные натриевые. Температура воды изменяется от 20,5 до 39,7°С, возрастая с глубиной. Термальные воды выходят на поверхность в сопровождении спонтанных газов. Воды слаборадиоактивные. Содержание радона от 1,7 до 30 ед. Махе.

По геолого-структурным особенностям минеральные воды участка «Тургень» защищены от возможных источников поверхностного загрязнения. Минеральная вода хлоридного натриевого состава, с нейтральной до слабощелочной реакцией среды (pH – 6,8-7,4). По классификации лечебных минеральных вод вода из скважины №17/87 относится к группе – йодо-бромных вод. [5]

Минеральные воды участков «Алматы», «Пригородный» оказывают лечебные и оздоровительно-профилактические действия на здоровье человека, которые определяются преимущественно ионно-солевым составом и общей минерализацией.

#### Литература

1. Библиотека природы информационный портал [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.golkom.ru/addaka/otlichie-mineralnoy-vody-ot-obychnoy-pitevoy.html>
2. Википедия [Электронный ресурс] Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Минеральная\\_вода](https://ru.wikipedia.org/wiki/Минеральная_вода)
3. Википедия [Электронный ресурс] Режим доступа: [http://org-wikipediya.ru/wiki/Горельник\\_\(источник\)](http://org-wikipediya.ru/wiki/Горельник_(источник))
4. Евтушенко Н.Р., Сазонов В.И. – Отчет о предварительной разведке минеральных вод с целью выяснения перспектив получения и использования их для санатория матери и ребенка «Коктем» в районе г. Алма-Аты. Кок-Мойнок, 1985.
5. Месторождения лечебных минеральных вод Казахстана. Минеральные лечебные и термальные (теплоэнергетические) подземные воды, справочник, том 3. – Алматы: ИАЦ, 2015. – 42–74
6. Подземные термальные воды Казахстана / Мухамеджанов С.М., Сыдыков Ж.С., Бондаренко Н.М., Канн М.С., Айтуаров Т.Т., и др. Алма-Ата, 1990. – 90 с.

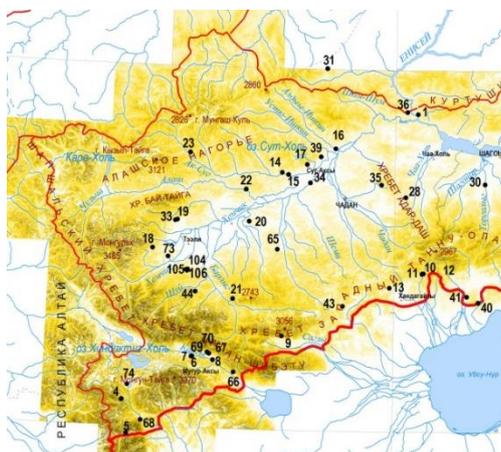
**ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОД РОДНИКОВ В БАСЕЙНЕ Р. ХЕМЧИК (ЗАПАДНАЯ ТУВА)**

**З.Р. Акбашева**

Научный руководитель доцент Н.В. Гусева

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г Томск, Россия*

Природные условия и геологическое строение Тувы определяют формирование подземных вод разнообразного химического состава. В традициях тувинского народа сохранилось по сути одухотворенное отношение к воде и её целебным свойствам, издревле использующих воду для оздоровления и лечения. В этой связи почти все родники подземных вод имеют название и им приписываются те или иные целебные свойства. Начало их изучения связано с именами И.С. Крыжина (1858), С.В. Обручева (1945), В.Г. Ткачук (1955) и основные подробные сведения о составе вод родников Тувы получены в 1966-67 гг при составлении карты Минеральных вод Сибири сотрудниками Института земной коры СО РАН СССР [2,3], результаты исследований которых до настоящего времени остаются весьма востребованными. Новые аналитические возможности в изучении вещественного состава вод создали необходимость современного изучения вод родников, механизма формирования их состава и бальнеологических свойств. В этой связи были инициированы гидрогеохимические исследования родников Тувы [3]. По изучению их состава и оценки их использования для лечебных целей. В основу этой публикации положены материалы опробования родников в бассейне р. Хемчик, выполненных в период с 2007 г по 2017 годы проблемной научно-исследовательской лабораторией гидрогеохимии ТПУ с участием тувинских ученых и под руководством инициатора изучения опыта и традиций аржаанного лечения населения Тувы директора НИИ медико-социальных проблем и управления Республики Тыва К.Д. Аракчаа [1]. В бассейне р.Хемчик было изучено 38 выходов подземных вод, некоторые из которых опробовались неоднократно сезонно и в разные годы (Рис 1.). Химический состав вод изучался в проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии ТПУ.



*Рис 1. Схема гидрогеохимического опробования в бассейне р. Хемчик (Западная Тува) (составлена О.Д. Аюновой, 2016).*

*Цифры на карте – номера точек опробования водопунктов*

Западная часть Тувы принадлежит к бассейну р. Улуг-Хем (Верхнего. Енисея) и его крупнейшего левого притока Хемчика. Западная Тува включает обширную Тувинскую котловину и окружающие ее хребты (Западный Саян, Шапшалский, Цаган-Шибэту, Западный и Восточный Танну-Ола). Различная степень расчлененности рельефа, хорошо выраженная вертикальная зональность в смене растительности, ландшафтов, климатических условий, неравномерная экзогенная трещиноватость, большое количество тектонических нарушений обуславливают весьма неравномерную обводненность пород, пестрый химический состав и различную минерализацию подземных вод. По особенностям формирования химического состава преобладают воды зоны выщелачивания, а в степных ландшафтах формируются воды зоны континентального засоления. Характерным примером вод зоны континентального засоления, разгружающихся среди отложений нижнедевонских отложений Тувинского прогиба, является родник 30 - Торголык северный (Кызыл Дурут), имеющий слабощелочные воды с pH 7,8 сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатный натриево-кальциевый состав с минерализацией 354 мг/л и отношением SO<sub>4</sub>/Cl=0,85, близким единице, что свойственно таким водам. Воды выщелачивания характеризуются весьма разнообразным химическим составом. При этом наиболее распространенными водами в бассейне р. Хемчик являются гидрокарбонатные в большинстве своем кальциевые воды при изменении pH от 6,1 до 9,2 и минерализации от 43 до 520 мг/л. Свообразными по формированию и составу являются сульфатные и хлоридные воды, характеристика которых приводится ниже (Таблица 1).

**Гидрокарбонатные воды.** Подземные воды родников группы 18-Шивилиг (Бай-Тальские радоновые источники) являются нейтральными и слабощелочными ультрапресными с минерализацией от 43 до 83 мг/л, гидрокарбонатными с присутствием фтора от 15 до 19 %-экв натриево-кальциевыми с высоким содержанием кремния, среднее арифметическое значение которого составляет 10,55 мг/л. Общая активность радона в этих источниках, определенная на приборе PPA-01M-03 К.Д.Аракчаа в 2012 г, составляет от 324 (источник 3) до 1390 Бк/л (источник 1) при бальнеологической норме 50 эман или 185 Бк/л. В Сут-Хольской группе радоновых вод, разгружающихся в нижней части бассейнов рек Устуу Ишкин и Алдыын Ишкин – левых притоков реки Хемчик, подземные воды нейтральные и слабо щелочные гидрокарбонатные натриево-кальциевые, иногда

**СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЯХ**

магниево-кальциевые, с минерализацией от 139 до 255 мг/л и концентрациями фтора от 0,45 до 2 мг/л, что составляет до 2-5%-экв. Концентрация радона в водах 17-Сут Хольского родника составляет 378 Бк/л при гамма-активности вмещающих пород 35 мР/час. Отличительными особенностями состава вод родника 31- Б Уры являются щелочные условия с рН 9,75-9,8, высокие концентрации кремния до 27 мг/л, преобладающие концентрации натрия до 86 мг/л при малой минерализации вод до 255 мг/л и хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатно-карбонатный натриевый состав с присутствием фтора до 1%-экв. и содержанием карбонат-иона 36 мг/л (31%-экв). **Сульфатные воды**, В роднике 36- Ажыг-Сут (в переводе с тувинского языка – «кислая вода») в условиях окислительной среды с Eh от 310-430 мВ разгружаются кислые с рН 2,97-3,9 воды сульфатные кальциево-магниевого с содержанием фтора от 15,6 до 17,6 мг/л (до 1%-экв) умеренносолоноватые с минерализацией 4679 мг/л с содержанием свободной углекислоты от 600 до 800 мг/л за счет окисления сульфидов и высоких содержаний халькофильных, сидерофильных и редкоземельных элементов.

**Таблица**

**Геохимическое разнообразие химических типов вод в бассейне р Хемчик (Западная Тува), мг/л**

№ на карте	рН	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	F <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Si	Минерализация
<b>Гидрокарбонатные воды</b>											
18.5	6,52	40	2,1	0,8	3,02	9,6	1,4	6,6	0,7		61
17	7,05	98	2,4	3,5	1,81	19	6,1	9,5	0,6	8,6	139
31.1	9,8	60	43,0	26,6	0,69	2,2	<1	86	1,2	27,1	255
30	7,8	177	30,14	35,5		46,0	7,9	31,8	0,9	4,2	354
35	8,25	259	16,8	1,4	0,27	45,2	20,7	14,9	1,1	8,2	363
<b>Сульфатные воды</b>											
36	3,56*	6	3605	9,6	17,6	400	604	90,7	1,7	30,6	4679*
1	7,24	589	499	20,4	0,24	95	163	66	4,7	3,5	1437
28-29	7,7	331	61,6	5,99		48	42,7	25,0	1,6	6,7	516
<b>Хлоридные воды</b>											
44.4	7,7	68	20	358	4,5	16	1,2	244	5,3	9,9	713
44.5	7,66	109	82	2309	6,22	50	2,5	1504	29,2	9,1	4096

Примечание: \*) среднее арифметическое значение

В группе родников 28- Кара Сут, разгружаются слабощелочные сульфатно-гидрокарбонатные магниево-кальциевые воды с минерализацией 515 мг/л и содержанием кремния 7,2-8,1 мг/л. Характерной особенностью состава вод является повышенные концентрации сульфат-иона (до 65 мг/л) и высокие значения отношения SO<sub>4</sub>/Cl=10, что может расцениваться как проявление в водах зон сульфидной минерализации. В водах в повышенных концентрациях обнаружены титан, ванадий, хром, никель, иттрий, олово, сурьма, барий, золото, редкоземельные элементы, ртуть и уран. Воды родника 1-Уттуг Дурут, расположенного в устье р.Хемчик, – нейтральные гидрокарбонатно-сульфатного кальциево-магниевого состава весьма слабосолоноватые с минерализацией до 1437 мг/л и высоким содержанием сульфатов (до 499 мг/л) с присутствием хлора до 22 мг/л. Воды содержат оригинальный микрокомпонентный состав: литий, никель, мышьяк селен, иттрий, стронций (до 9 мг/л), родий, сурьма, барий, рений, уран (до 0,04 мг/л). Следует отметить, что предельно допустимые концентрации урана для питьевых вод, согласно нормативов ВОЗ, составляют 0,002 мг/л.

**Хлоридные воды**, Группа родников 44-Дустуг Хем (соленая вода) характеризуется широким размахом значений рН вод от слабокислых с рН 6,4 до щелочных с рН 7,6 – 8,3 и минерализации. Здесь формируются пресные умеренно солоноватые хлоридные натриевые воды с минерализацией от 540 мг/л до 4359 мг/л. В анионном составе родников преобладает хлор-ион от 249-358 мг/л в пресных водах с минерализацией 540-713 мг/л и от 2010 до 2309 мг/л в водах с минерализацией 3547- 4096 мг/л. Общая активность радона составляет от 242 до 372 Бк/л при значениях гамма-излучения от 33 до 44 мкР/час.

Геохимическое разнообразие химического состава подземных вод на достаточно ограниченном пространстве в бассейне р. Хемчик представляет особый интерес для признания памятниками природы родников подземных вод и создание заповедников. В настоящее время в бассейне Хемчик существуют заказники на левом борту долины –СутХольский, а по правому – Чаа-Хольский, Шеминский и Аянгатинский, выделенные в верховьях одноименных рек. Вместе с тем благоприятные условия для развития оздоровительного туризма существуют на территории природных аржаанных комплексов Шивилиг (Бай Тальский), ДустугХем (Шуйский) и Ажыг Суг, образование которых позволит использовать разнообразный химический состав вод в бассейне Хемчик для создания заповедных мест отдыха и сохранения их как памятников природы.

Выражаем глубокую благодарность к.х.н К.Д. Аракчаа, к.г.-м.н. О.Д. Аюновой, к.г.-м.н. Ю.Г. Копыловой и г.г.-м.н. А.А. Хвашевской за участие в проведении совместных исследований и научные консультации.

#### Литература

1. Аракчаа К.Д. Стратегия развития санаторно-курортного комплекса и лечебно-оздоровительного туризма в Республике Тыва на период до 2030 г// Курортная база и природные лечебно-оздоровительные местности, Тувы и сопредельных регионов: опыт и перспективы использования в целях профилактики заболеваний, лечения и реабилитации больных. Материалы III Международной научно-практической конференции. Республика Тыва, г. Кызыл, ГК «Буян-Бадырғы», 28 июня – 1 июля 2017 г. С.15–28.

2. Копылова Ю.Г., Пашагин А.В., Гусева Н.В., Хвачевская А.А. Новые сведения о составе радоновых и углекислых вод родников республики Тува // Подземные воды востока России: Материалы Всероссийского совещания по подземным водам Востока России (XIX Совещание по подземным водам Сибири и Дальнего Востока), 22-25 июня 2009 г.- Тюмень: Тюменский дом печати, 2009. – С.248–250.
3. Пиннекер Е.В. Минеральные воды Тувы. – Кызыл: Тув. книжн. изд., 1968. – С. 39–43.
4. Пиннекер Е.В., Кустов Ю.И., Крутикова А.И. Закономерности распространения и состав подземных минеральных вод Тувы // Геология и геофизика, – 1971, – №11. – С. 68–78.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОГНОЗА РЕЖИМА ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ КРАСНОДАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

А.А. Андриенко

Научный руководитель доцент Т.В. Любимова

Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия

Прогнозы режима подземных вод имеют большое значение при решении вопросов планирования, проектирования и эксплуатации различных инженерных сооружений и мелиоративных систем. Необходимость изучения подземных вод территории г. Краснодара диктуется наличием в непосредственной близости от него Краснодарского водохранилища, а развитие процессов подтопления является одним из главных негативных последствий строительства водохранилища.

Как известно, инженерно-геологическое моделирование заключается в создании моделей, позволяющих надежно прогнозировать динамику взаимодействия геологической среды с техногенной системой или ее компонентами [1]. Из всех компонентов инженерно-геологических условий, в работе рассматривается гидрогеологический показатель. В качестве объекта исследования выступают грунтовые воды в зоне влияния Краснодарского водохранилища (среднее течение р. Кубань выше г. Краснодара в зоне перспективной застройки). Предметная область сводилась к изучению характера изменений уровня грунтовых вод. Цель – прогнозирование изменений гидрогеологических параметров в зоне влияния Краснодарского водохранилища – достигалась путем расчета возможных среднегодовых колебаний подземных вод на несколько лет вперед.

В представленной работе использован сверхдолгосрочный прогноз, который заключается в том, что при большой заблаговременности прогнозы режима могут достоверно характеризовать лишь общую направленность возможных изменений в режиме подземных вод. Такие сверх- или ультрадолгосрочные прогнозы имеют практическое значение при составлении планов и генеральных схем освоения территорий, использования их водных ресурсов или борьбы с грунтовыми водами. Заблаговременность сверхдолгосрочных перспективных прогнозов может достигать двух–трех десятилетий. Оправдываемость является весьма приближенной (55%). Прогноз осуществляется с целью перспективного прогнозирования наступления лет с высоким или низким уровнями для планирования водохозяйственных мероприятий [2].

В основу работы положены данные по 11-летнему мониторингу состояния грунтовых вод ФГБУ «Краснодарское водохранилище» [3], обработанные автором при помощи вариационно-статистических методов, т.к. в соотношениях воздействия различных факторов на режим грунтовых вод существенную роль играет элемент случайности.

Марковские процессы имеют широкое применение в различных научных областях. Математическая модель прогноза уровня подземных вод как марковского процесса предполагает, что значение каждого последующего уровня зависит только от одного его предыдущего значения [2].

Прогноз выдается в вероятностной форме:

$$h_{n+1} = h_n \pm \sigma_m, \quad (1)$$

где  $h_{n+1}$  – уровень подземных вод последующего года;

$h_n$  – уровень подземных вод текущего года;

$\sigma_m$  – среднее квадратичное отклонение ряда последующих уровней от предыдущих, определяемое по

формуле:

$$\sigma_m = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (h_{n+1} - h_i)^2}{n-1}}. \quad (2)$$

Прогноз уровней как марковского процесса может составляться и на ряд лет вперед по уравнению:

$$H_t = \pm \Delta H_0 R_{t-1}' + \bar{H}_n, \quad (3)$$

где  $H_t$  – среднегодовой прогнозный уровень через интервал времени в  $t$  лет;

$\Delta H_0$  – отклонение последнего года фактических наблюдений от среднееголетней нормы уровня  $\bar{H}_n$ ;

$R_{t-1}'$  – коэффициент автокорреляции уровней для лет, разделенных интервалом времени в один год.

Следует отметить, что такое моделирование прогноза во всех случаях показывает лишь постепенное приближение уровней к их норме, что с вариативной точки зрения является действительно наиболее возможным, хотя и далеко не всегда наблюдающимся на практике [2].

Для удобства 30 наблюдательных скважин Краснодарского водохранилища были разделены по районам земляной плотины (8 скважин), водосбросного сооружения (6 скважин), судоходного шлюза (6 скважин) и правобережной дренажной завесы (10 скважин) [3]. В результате вычислений были получены модели прогнозных

**СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЯХ**

уровней подземных вод на год (вероятностная форма), 3 года, на 5 и 10 лет, примеры которых представлены по четырем различным скважинам в таблицах 1 и 2.

Для скважин, расположенных в районе судоходного шлюза и дренажной завесы прогноз уровня грунтовых вод на три года и больше совпал со среднемноголетними значениями, и, по сути, является непригодным. Неэффективность прогноза уровня грунтовых вод скважин судоходного шлюза, заключается в том, что здесь уровень подземных вод подвергается не столько естественным режимобразующим факторам, сколько режиму водохранилища, из-за частого шлюзования, что объясняется коэффициентом автокорреляции  $R_t$ , достаточно близким к нулю и даже отрицательным.

В случаях, где влияние техногенных факторов на уровень грунтовых вод ниже, модель прогноза подземных вод как марковского процесса для скважин в зоне влияния Краснодарского водохранилища носит приемлемый характер. Наилучшие прогнозы получены для гидрогеологических условий территории водосбросного сооружения и земляной плотины.

Прогноз подтопления территорий, примыкающих к Краснодарскому водохранилищу, вызванного как природными, так и техногенными факторами может служить ориентиром для принятия каких-либо управленческих решений. Модели на основе Марковских процессов достаточно просты, однако недостатком их является отсутствие возможности моделирования процессов с длинной памятью. Данный способ прогнозирования имеет смысл применять только вместе с другими методами прогноза.

**Таблица 1**

**Результаты годовых прогнозных уровней подземных вод**

Расположение	Скв. №	$h_n$ , м	$\sigma_m$	$h_{n+1}$ , м		$R_t$
				min	max	
Водосбросное сооружение	7	18.5643	0.2813	18.2830	18.8456	0.6895
Земляная плотина	14	24.1083	0.1685	23.9398	24.2768	0.3393
Правобережная дренажная завеса	93	30.0000	0.6260	29.3740	30.6260	0.1117
Судоходный шлюз	42	19.2833	0.5264	18.7570	19.8097	-0.1590

**Таблица 2**

**Результаты многолетних прогнозных уровней подземных вод**

Расположение	Скв. №	$H_3$ , м		$H_5$ , м		$H_{10}$ , м	
		min	max	min	max	min	max
Водосбросное сооружение	7	18.9519	19.3299	19.0511	19.2308	19.1269	19.1549
Земляная плотина	14	24.2041	24.2119	24.2075	24.2084	24.2080	24.2080
Правобережная дренажная завеса	93	29.8651	29.8655	29.8653	29.8653	29.8653	29.8653
Судоходный шлюз	42	19.5454	19.5475	19.5464	19.5465	19.5464	19.5464

**Литература**

1. Ворошилов В.Г. Математическое моделирование в геологии. – Томск.: ТПУ, 2001. – 109 с.
2. Ковалевский В.С. Основы прогнозов естественного режима подземных вод. – М.: Стройиздат, 1974. – 204 с.
3. Удалов, А.А. Правила использования водных ресурсов Краснодарского водохранилища. – Краснодар: Кубаньводпроект, 2012. – 144 с.

**ОБОСНОВАНИЕ РАЗМЕРОВ ЗОНЫ САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ ВОДОЗАБОРА ООО  
«МЕЖЕНИНОВСКАЯ ПТИЦЕФАБРИКА» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЧИСЛЕННОГО  
МОДЕЛИРОВАНИЯ (Г. ТОМСК)**

**Е.С. Антонова, А. А. Баранова**

Научный руководитель доцент, К.И. Кузеванов

*Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Водозабором ООО «Межениновская птицефабрика» эксплуатируются подземные воды Родионовского месторождения, приуроченные к пресным подземным водам трещиноватой зоны палеозойских образований, запасы на котором утверждены в количестве 5,4 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Водозабор состоит из двух участков (Северный и Южный), расположенных в Томском районе Томской области. Северный участок с проектной производительностью 3240 м<sup>3</sup>/сут расположен в 5 км к северо-востоку от г. Томска. Особенностью Северного участка водозабора является его соседство с закрытым полигоном твёрдых бытовых отходов, находящимся в 470 м к югу от ближайшей скважины водозаборного участка.

Целью работы является анализ эксплуатации водозабора в условиях вероятного взаимодействия с потенциальным источником загрязнения, в том числе при уточнении размеров ЗСО на предприятии ООО «Межениновская птицефабрика» с использованием численного моделирования.

В настоящее время на Северном участке эксплуатируются групповой водозабор, состоящий из восьми гидрогеологических скважин (№№ 11-128/1, 11-36/3, 11-35/5, 11-32/6, Т-02094/7, 11-176/8, Т-02073/9, Т-02085/10), кроме этого, три скважины законсервированы и подлежат ликвидации как малодебитные (скв. №№ 11-127/2, 11-203/4, Т-02086/11).

В соответствии с существующими требованиями по охране источников водоснабжения [2] для всех водозаборных скважин рассчитаны и организованы зоны санитарной охраны (ЗСО) по проекту, разработанному в 2012 году сотрудниками ОАО «Томскгеомониторинг». Результаты рекогносцировочного обследования, выполненного 21.05.2014 г. на территории водозабора показали, что первый пояс строгих ограничений всех скважин огорожен на местности в радиусе 30 м, скважины находятся в бетонных павильонах, приустьевые площадки зацементированы, а санитарное состояние площади водозабора находится в удовлетворительном состоянии.

Определение границ второго и третьего поясов ЗСО выполнялось методом математического геофильтрационного моделирования с использованием расчетных гидрогеологических параметров, принятых для подсчета эксплуатационных запасов подземных вод. Результаты моделирования показали, что форма защитных зон второго и третьего поясов вытянуты навстречу фильтрационному потоку. Размеры второго пояса ЗСО имеют форму в плане близкую к изометричной и изменяются от 150 м до 272 м, составляя в среднем 214 м.

Третий пояс зоны санитарной охраны для скважин Северного участка объединен общей зоной для всего водозаборного участка. От центра водозабора, совпадающего с местоположением скважины № 11-36/3, до границы вверх по потоку (на северо-запад) размер 3-го пояса зоны санитарной охраны составляет 5300 м, вниз по потоку 3200 м, при максимальной ширине до 9500 м. Сопоставление проекции расчётной границы 3-го пояса зоны ограничений с топографической основой и космическими снимками сверхвысокого разрешения показывает, что в зону влияния скважин Северного водозаборного участка попадает часть территории полигона твёрдых бытовых отходов г. Томска. Поэтому, несмотря на то, что выше кровли палеозойской зоны трещиноватости залегают слабопроницаемые породы палеогенового возраста мощностью до 90 м и то, что в течение всего срока предшествующей эксплуатации водозабора в пробах воды, отобранных в гидрогеологических скважинах, не отмечается роста концентрации загрязняющих веществ, сохраняется возможность подтягивания химического загрязнения к эксплуатационной водоносной зоне.

На основе схематизации гидрогеологических условий нами выполнено повторное моделирование гидрогеологических условий Северного водозаборного участка в упрощенной постановке с целью оценки чувствительности численной модели. Сделана попытка оценки точности определения размеров ЗСО в зависимости от исходных фильтрационных параметров. Во-первых, конкурирующие варианты численного моделирования и традиционные аналитические расчёты показали сходные результаты. Во-вторых, установлено, что форма ЗСО в существенной степени зависит от структуры естественного и нарушенного фильтрационных потоков, а последняя находится под сильным влиянием инфильтрационного питания и нагрузки на водозаборные скважины. В свою очередь размеры ЗСО находятся в прямой зависимости от структуры трещинного пространства, определяемого величиной эффективной пористости водовмещающих горных пород, точность определения которой можно оценить только ориентировочно.

Все варианты расчётов показали, что ближайшие к территории полигона ТБО скважины (№№ 128/1, 11-35/5, 11-176/8) в той или иной степени могут испытывать влияние стойкого химического загрязнения. Численная модель доказывает, что даже полное отключение скважины № 128/1, ближайшей к полигону, не решает этой проблемы полностью.

Поэтому, наиболее эффективной мерой защиты Северного водозаборного участка от потенциального загрязнения может быть только принудительный перехват фильтрационного потока со стороны полигона ТБО. Такой вариант инженерной защиты предусмотрен проектом рекультивации полигона, в состав которого входит сооружение дренажной системы с одновременной защитой поверхности искусственного грунта от инфильтрации атмосферных осадков. Основной проблемой для проектирования дренажной системы служит неизвестная величина интенсивности грунтового фильтрационного потока, требующая эффективного перехвата. Оценка этой величины выполнена нами на основе анализа гидрогеологического разреза толщи техногенных грунтов в границах локального водосборного бассейна.

## СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

---

Гидрогеологические условия полигона ТБО определяются строением геологического разреза, в котором ведущую роль играют насыпные грунты, резко отличающиеся по своим фильтрационным параметрам от подстилающих относительно водоупорных пород. Главной особенностью верхней водонасыщенной части геологического разреза является выраженная неоднородность сложения насыпного грунта как в плане, так и по разрезу. Для такой толщи методически весьма сложно определить фильтрационные параметры в силу их очевидной и непредсказуемой неоднородности. По этой причине затруднено применение гидродинамических методов расчета фильтрационного потока, которые предполагают однородное строения толщи водонасыщенных грунтов. Указанные особенности геологического разреза диктуют необходимость сосредоточиться на анализе других аспектов гидрогеологических условий, связанных с выявлением структуры фильтрационных потоков, оценкой граничных условий и определением местоположения областей питания и разгрузки подземных вод [1, 3].

Эффективному дренированию насыпных грунтов способствует рельеф водоупорной подошвы насыпных грунтов, представленных относительно слабо проницаемыми породами. Повышение отметок относительно водоупорных пород в центральной части участка создает условия для разгрузки подземных вод в разных направлениях. При равномерной интенсивности инфильтрационного питания за счет атмосферных осадков ориентировка стока подземных вод контролируется падением отметок водоупора в направлении к западу и востоку от подземного водораздела.

В соответствии с проектом рекультивации полигона основная дрена должна быть ориентирована нормально к потоку подземных вод по всей его ширине в границах насыпного грунта. При этих условиях расчётная длина дрены составляет 995 м, что учтено при оценке единичного расхода. Расчёты показывают, что единичный расход подземных вод может изменяться в зависимости от степени водности гидрологического года от 0,96 м<sup>3</sup>/сут до 2,62 м<sup>3</sup>/сут, составляя в среднем 1,66 м<sup>3</sup>/сут. При неоднородном строении геологического разреза уместно привести результаты расчета фильтрационного потока для условно однородной толщи с максимальным значением коэффициента фильтрации 0,51 м/сут, установленным по результатам опытно-фильтрационных работ. В этом случае ожидаемая величина единичного расхода фильтрационного потока при минимальной интенсивности атмосферных осадков возрастает до 0,001615 м<sup>3</sup>/сут, а суммарный приток к дрене не превышает 1,6 м<sup>3</sup>/сут. Полученные оценки расхода могут быть использованы в качестве исходных данных для проектирования эффективной работы дренажной системы, полностью исключаяющей потенциальное влияние полигона ТБО на работу эксплуатационных скважин Северного участка Межениновского водозабора.

Анализ природных условий участка полигона ТБО позволил сделать следующие выводы:

1. Подземные воды на участке рекультивации полигона ТБО образуют структуру фильтрационного потока, формирующуюся под влиянием ведущей роли рельефа. Он определяет положение области питания (возвышенная часть междуречного массива) и областей разгрузки, которыми выступают долины ближайших ручьёв.

2. Область питания подземных вод совпадает с областью распространения безнапорного водоносного горизонта, приуроченного к насыпным грунтам полигона ТБО. Влияние транзитных фильтрационных потоков со стороны смежных участков исключается полностью.

3. Основным источником восполнения запасов подземных вод являются атмосферные осадки.

4. На основе данных многолетних метеонаблюдений балансовым методом определена величина расхода фильтрационного потока на внешней границе насыпных грунтов. Единичный расход подземных вод в среднем составляет 1,66 м<sup>3</sup>/сут и может изменяться от 0,96 м<sup>3</sup>/сут до 2,62 м<sup>3</sup>/сут в зависимости от водности гидрологического года.

5. Получена ориентировочная оценка коэффициента фильтрации насыпных грунтов решением обратной задачи для уравнения единичного расхода безнапорного водоносного горизонта на наклонном водоупоре. Коэффициент фильтрации толщи искусственного сложения по результатам гидродинамического расчета составил 69,5 м/сут в сутки.

6. Дана оценка расхода подземных вод в условиях искусственной изоляции атмосферного питания на площади размещения техногенных грунтов. Средняя величина единичного расхода фильтрационного потока составит 0,00008 м<sup>3</sup>/сут.

### Литература

1. Лукин А.А. Опыт разработки методики морфоструктурно-гидрогеологического анализа. - Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние. 1987. – 112 с.
2. Санитарные правила и нормы: СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения». - М.: Госкомсанэпиднадзор РФ, 2002 г.
3. Шварцев С.Л. Общая гидрогеология. – М.: Недра. 1996. – 423 с.

**КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ДРЕНАЖНЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛИГОНА ТБО, В СВЯЗИ С ВЫВОДОМ ЕГО ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ (Г. ТОМСК)**

**А. А. Баранова**

Научный руководитель доцент К. И. Кузеванов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В административном отношении полигон ТБО расположен на территории Октябрьского района г. Томска, ближайший населенный пункт представлен с. Новомихайловка на удалении 0,4 км в восточном направлении от границ полигона. Основная застройка Октябрьского района г. Томска расположена на удалении от полигона ТБО около 1 км в западном направлении. Площадь территории полигона ТБО составила 54,3 га [1].

В геоморфологическом отношении исследуемая площадка приурочена к III надпойменной террасе р. Томь. Рельеф площадки изменен хозяйственной деятельностью человека. Отметка поверхности колеблется в пределах 179,20-203,40.

Исследуемая площадка относится к Колывань-Томскому инженерно-геологическому региону. Территория, прилегающая к р. Томь, относится к инженерно-геологической области крупных речных долин.

Гидрологические условия полигона определяются строением геологического разреза, в котором ведущую роль играют насыпные грунты, резко отличающиеся по своим фильтрационным параметрам от подстилающих относительно водоупорных пород. Главной особенностью верхней водонасыщенной части геологического разреза является выраженная неоднородность сложения насыпного грунта. По типу и гидравлическим условиям подземные воды относятся к грунтовым безнапорным. Наиболее высокие уровни наблюдаются в мае-июне, наиболее низкие в феврале-марте.

По классификации О.А. Алекина грунтовые воды по химическому составу относятся к гидрокарбонатно-хлоридному классу, кальциево-магниевого группы III типа. Сухой остаток составляет 3433.74-3959.95 мг/л (воды сильносоленоватые), общая жесткость 44,80-64,00 мг-экв/л (воды очень жесткие), рН = 6,7 (реакция среды слабокислая). Агрессивная углекислота в воде составляет 13,46-56,10 мг/л.

Крупных водотоков на участке изысканий не выявлено. Гидрографическая сеть представлена обводненными участками (водоемами) протяженностью от 50 до 150 метров на участках №4, №8, №10, №12. Водоемы не имеют укрепленных бортов и дна, склоны задернованы. Уровень воды в водоемах составляет от 1,5 до 3,0 метров. Водоем на участке №10 (южная часть участка) в значительной степени завален бытовыми отходами. Водоем, расположенный в центральной части участка №10 полигона ТБО заболочен, уровень воды на период изысканий не превышал 0,3 м [1].

Климат рассматриваемого района континентальный, с теплым летом и холодной зимой, равномерным увлажнением, довольно резким изменением элементов погоды, в сравнительно короткие периоды времени, зависящие от сложной циркуляции воздушных масс над Западно-Сибирской низменностью [1].

В момент эксплуатации полигона ТБО размещение отходов осуществлялось по высотной схеме, методом надвига с уплотнением каждого слоя бульдозерами или катками уплотнителями. Последний слой отходов перед закрытием карты засыпался окончательным слоем грунта 0,6 м, в том числе верхние 0,2 м растительным грунтом. В результате данных действий естественная природная среда и ландшафт претерпели сильнейшие изменения.

Техническим этапом рекультивации предусмотрено изолирование (консервация) тела полигона путем устройства верхнего защитного экрана. Для отвода скопившихся дренажных вод из тела полигона предусмотрено устройство системы сбора и отвода фильтрата.

Проектируемая дренажная система представляет собой дренажную траншею, расположенную по периметру полигона ТБО, в которой проложен дренажный трубопровод, выпуск из дренажного трубопровода предусмотрен в резервуар сбора фильтрата, располагаемый в низшей точке рельефа.

Задачей расчета является оценка расхода фильтрационного потока на внешней границе насыпных грунтов с целью перехвата подземных вод. Расчет суммарного количества формирующихся подземных вод пропорционален площади, на которую поступают атмосферные осадки. За расчетную площадь локальной области питания принимается возвышенная часть участка в границах насыпного грунта.

По расчетам, единичный расход подземных вод может изменяться в зависимости от степени водности гидрологического года от 0,96 м<sup>3</sup>/сут до 2,62 м<sup>3</sup>/сут, составляя в среднем 1,66 м<sup>3</sup>/сут.

Литература:

1. Технический отчет по инженерно-экологическим изысканиям по объекту: «Рекультивация (восстановление) нарушенных земель, занятых отходами на полигоне размещения отходов (кадастровый номер земельного участка 70:21:0100086:0006)».

**ПРОЯВЛЕНИЯ КАРСТОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА РЕКЕ РАГУША В БОКСИТОГОРСКОМ  
РАЙОНЕ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

**К.В. Белов, Д.Э. Васильева, М.А. Черкинская**

Научный руководитель доцент К.В. Белов

**Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе,  
г. Москва, Россия**

Территория исследований находится на северо-западе Русской равнины в пределах центральной части Тихвинской гряды, являющейся водоразделом рек, текущих на запад – в сторону Ладожского озера и на восток – в сторону Рыбинского водохранилища. В административном отношении участок работ находится в пределах Любытинского района Новгородской области и Бокситогорского района Ленинградской области.

Длина реки Рагуша составляет около 20 км. В нижнем течении (в Ленинградской области) на протяжении 4 километров она протекает по глубокому (до 80 м) каньону. Река и ее водосборный бассейн объявлены Государственным памятником природы комплексного типа федерального значения [12]. Климат района умеренно-континентальный, среднегодовая сумма осадков изменяется от 550 до 700 мм [9], из них на тёплый период приходится около 400 мм.

Основной целью работы является изучение проявлений карстовых форм на реке Рагуша и на прилегающем к ней водоразделе.

Для достижения этой цели в начале мая и конце сентября 2017 года проведено маршрутное обследование русла и правого берега реки Рагуша. В ходе маршрутного обследования длиной около 10 км выявлялись проявления карстовых форм (воронки, блюдца), родники, естественные выходы скальных пород; визуально, по ходу маршрута, оценивалось приращение расхода реки. Маршрут проходил до места впадения ее в реку Воложба по близости от деревни Рудная Горка.

По результатам изучения фондовых материалов и материалов, размещенных в сети интернет [1-12] установлено, что район работ находится на так называемом Карбоновом уступе — контакте пород верхнего девона и нижнего отдела каменноугольной системы. Закарстованию подверглись карбонатные породы верхнего девона, нижнего и среднего карбона, особенно михайловского, веневского, протвинского и мячковского горизонтов (разнообразные известняки с прослоями мергелей, доломиты, глины и пески). Склоны уступа формируют в рельефе Тихвинскую гряду и Вепсовскую возвышенность.

Пораженность территории поверхностными формами достигает 3%, плотность карстовых форм - 10-20 штук на км<sup>2</sup>. В процессе изысканий под площадку Пикалевского глиноземного комбината при бурении было выявлено большое количество подземных карстовых полостей, отмеченных провалами инструмента до 2 м. На площади около 2,5 км<sup>2</sup> в 1986 году выявлено около 86 карстовых воронок. Воронки округлые в плане, диаметром от 10 до 30, блюдцеобразного, чашеобразного, реже конусообразного поперечного профиля. Глубина воронок от 0,5 до 3,5 м. Наиболее крупная воронка встречена у деревни Гачево. Воронка конусообразная, овальной в плане формы, размером 30 на 15 м, глубиной 3,5 м. На дне воронке находился щелевидный понор. [8]

Карстовое происхождение имеют также сухие участки русел рек Ленинки, Черенки, Рагуши, Пярдомли [5]; наиболее крупный из них располагается на р. Рагуше, близ д. Рудная Горка [11]. Длина сухого русла составляет около 3,5 км. На дне реки, сложенном плитчатыми известняками, развиты провалы и котлы. В обрывистых склонах суходола обнаружены ниши. Широко развиты поноры.

В районе работ по литературным данным находятся крупные карстовые озера: Сухологи, Сухое, Стругское, Спасское, Спировские и Шибковские озера и другие. Все они периодически высыхают, тогда на дне озер прослеживаются крупные карстовые воронки («жерла»). После частичного или полного осушения в течении нескольких месяцев, озера, спустя некоторое время, снова заполняются водой.

При обследовании весной выявлено, что река Рагуша в верхнем течении имеет типичный для равнинной реки рельеф, который характеризуется извилистым руслом, неглубоким врезом долины и небольшим уклоном. Профиль долины ассиметричный, с едва выраженной поймой и одной-двумя неширокими террасами. Наблюдалась система небольших, диаметром не более 15-20 см отверстий (поноров), в которые с характерным шумом засасывалась вода из реки. На поверхности воды в это время образовывались водовороты. В бортах реки обнажались известняки и доломиты. По мере движения вверх по реке, обнаженность пород уменьшается, и через 1-2 км коренных выходов обнаружить не удалось.

Вниз по течению, после моста через автодорогу река меняет свой характер. Долина приобретает U-образный профиль, русло становится порожистым, с перекатами. Высота каньона достигает в самых высоких его участках 50 м, река врезается в коренные породы образуя отвесные уступы. В коренных обнажениях можно найти трещины, выполненные кристаллами кальцита, и прослой с желваками розовых кремней. Пойма узкая, расширяется к устью. В месте впадения в р. Воложбу от русла ответвляется несколько небольших рукавов.

На плоском водоразделе на расстоянии от 100 до 600 м от реки выявлены серии карстовых воронок, глубиной 2-2,5 м, диаметром до 5 м. Воронки трассируют русло реки. По ходу маршрута встречены также многочисленные блюдца – ранние формы карстовых воронок. Стоит отметить некоторую закономерность, заключающуюся в том, что воронки окружены древесной растительностью, в то время, когда остальная территория представляет собой луг.

На взгляд авторов происхождение карстовых воронок может быть объяснено несколькими причинами. В районе работ развиты практически с поверхности карбонатные породы каменноугольного возраста, перекрытые моренными отложениями различной мощности. Реки и речные долины закладываются по тектонически ослабленным зонам (зонам с повышенной трещиноватостью). На водораздельных пространствах по локальным участкам с интенсивно развитой трещиноватостью начинают проникать воды инфильтрационного происхождения (талые воды, дождь). Высокие скорости фильтрации, обусловленные перепадом высот между дном долины реки Рагуша и водораздельным участком (свыше 50 м), и агрессивность подземных вод к карбонатам, приводят к растворению последних и как следствие, к увеличению размеров трещин по которым циркулирует вода. По мере увеличения размеров трещин, в них постепенно начинает заноситься и накапливаться покровные отложения, которые перекрывает зону интенсивной трещиноватости. По мере этого процесса на поверхности земли образуется карстовая воронка.

При повторном обследовании в сентябре выявлено, что река теряет свой сток на протяжении 300 м. Вода уходит в трещиноватые известняки. Ниже по течению на протяжении 1 км русло реки остается сухим. В сухом русле обнажаются крупные плиты сильнотрещиноватого известняка. Ниже по течению, в левом берегу реки зафиксирован участок, где происходит разгрузка ранее «пропавших» поверхностных вод (включузы). Последний расположен примерно в 1,5 км от места впадения реки Рагуша в реку Воложба. Источники подземных вод имели как нисходящий, так и восходящий характер. Стоит отметить, что указанного явления весной встречено не было: русло реки было полноводным на всем протяжении.

В результате проведенных работ собран и проанализирован фондовый и опубликованный материал по району работ. Пройдены маршруты, в ходе которых выявлялись и фиксировались проявления карстовых процессов. В дальнейшем запланировано продолжить исследования карстовых процессов на соседних реках и карстовых озерах, которые, имеют аномалии в уловном режиме.

#### Литература

1. Александрова А.Н., Свербенкова Е.Ф. Государственная геологическая карта. Листы О-36-IV, О-36-V, О-36-X, О-36-XI. Северо-западное геологическое управление. 1969.
2. Галушко З.И., Кузьмина А.И., Павлова И.А. Отчет по теме: «Обзор режима подземных вод Ленинградского артезианского бассейна за 1970 год и баланс карстовых вод Силурийского плато». Том I. – Ленинград: СЗГИП, 1971. – 41 с.
3. Гидрогеология СССР. Том III. Ленинградская, Псковская и Новгородская области. – М.: Недра, 1967. – 328 с.
4. Желтов П.И., Лапина Н.Н. Гидрогеология карста районов шахтного и рудничного строительства Европейской части СССР. Ленинград: ВСЕГЕИ, 1941. – 106 с.
5. Иванов Я.Н. Гидрология бассейна карстовой реки Пярдомли // Исследование рек в СССР / Под ред. Родевича В.М. Ленинград: Изд. Государственного гидрологического института, 1933. – Выпуск 6. – 130 с.
6. Максимович Г.А. Основы карстологии. Том II. – Пермь: Пермское книжное издательство, 1963 – 525 с.
7. Николаев А.С., Саванин В.С. Отчет о результатах комплекса гидрогеологических и гидрологических работ с целью изучения параметров резервного водозабора г. Бокситогорска из отработанного бокситового карьера Селищенского. Санкт-Петербург: СЗГИП, 1995. – 57 с.
8. Николаев А.С., Тимонина Е.А., Переверзева С.А., Переверзева С.А., Гутман Н.И., Егорова И.В. Отчет по изучению режима экзогенных геологических процессов на территории Ленинградской области в 1986-1989 гг. Книга I. Ленинград: СЗГИП, 1990. – 105 с.
9. Покровская М.В., Климова Т.М., Карпов Н.Ю., Баранов М.И., Зайковский А.В., Толстова Э.Б., Гудков Г.Т. Отчет по специализированной гидрогеологической, инженерно-геологической съемке со съемкой четвертичных отложений масштаба 1:50 000 для целей мелиорации по работам партии 5 за 1984-89 гг. на объекте «Пикалево-II» (в 12-ти книгах). Книга I. Ленинград, 1989. – 209 с.
10. Саваренский Ф.П. Гидрогеология. Ленинград: ОНТИ НКТИ, 1933. – 320 с.
11. Чижишев А.Г. Карст Русской равнины. М.: Наука, 1978. – 196 с.
12. Широкова В.А., Снытко В.А., Низовцев В.А. и др. Тихвинская водная система: ретроспектива и современность. Гидролого-экологическая обстановка и ландшафтные изменения в районе водного пути. Экспедиционные исследования: состояние, итоги, перспективы. М.: ООО «Акколитъ», 2013. – 376 с.

**О ПРОБЛЕМЕ ЗАСОЛЕНИЯ ПОНТ-МЭОТИЧЕСКОГО ВОДОНОСНОГО ГОРИЗОНТА НА  
ТЕРРИТОРИИ КРАСНОПЕРЕКОПСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КРЫМ**

**А.Д. Пономарев**

Научный руководитель доцент Белов К.В.

**Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе  
(МГРИ-РГГРУ), г. Москва, Россия**

Проблема изыскания источников питьевого водоснабжения Степного Крыма имеет многовековую историю. Она обусловлена рядом причин: глубоким залеганием подземных вод (глубина отдельных известных татарских колодцев превышает 50 м); жарким, засушливым климатом, с величиной испарения, превышающей величину количества осадков; повышенной минерализацией подземных вод. На территории Красноперекоского района поверхностных источников водоснабжения, которые могли бы удовлетворять потребности населения и промышленности в воде, не имеется. До середины XX века основным источником водоснабжения являлись подземные воды, залегающие в известняках понт-мэотических отложений верхнего миоцена (согласно новой стратификации - сerratальско-мессинского водоносного горизонта (*Nisrv-mes*)).

Интенсивный отбор подземных вод привел к тому, что, с одной стороны, ухудшилось качество подземных вод водоносного горизонта, с другой – произошла сработка уровня горизонта. Однако, с вводом в эксплуатацию Северо-Крымского канала (СКК) отбор подземных вод уменьшился. Но ввиду того, что фильтрационные потери из канала составляли величину от 13 до 20 л/сек на 1 км пути [2], начался процесс перетока из отложений четвертичного возраста в сerratальско-мессинский водоносный горизонт. С одной стороны, фильтрационные потери из канала способствовали восполнению запасов основного водоносного горизонта, с другой стороны, из-за высокого уровня грунтовых вод и начавшегося вследствие этого процесса засоления, вместе с днепровской водой из СКК началось активное поступление солей в сerratальско-мессинский водоносный горизонт.

В исследуемом районе развита промышленность («Крымский содовый завод», ООО «Титановые Инвестиции», АО «Бром»). Интенсивный отбор подземных вод сerratальско-мессинского водоносного горизонта ведет Крымский Содовый завод, для производственных нужд которого необходимо большое количество воды.

В связи с включением Крымского полуострова в состав РФ, Украина прекратила подачу днепровской воды по СКК, что усугубило водоснабжение Степного Крыма и способствовало проникновению соленых вод Черного моря и озера Сиваш в водоносные горизонты.

Красноперекоский район находится в зоне сочленения Восточно-Европейская платформы (ВЕП) и Скифской плиты [3]. Структура потока подземных вод весьма сложная: в основном поток подземных вод направлен к Северо-Сивашскому прогибу, откуда в дальнейшем, он движется в западном (в сторону Каркинитского залива) и в восточном (о. Сиваш) направлениях [2].

По схеме гидрогеологического районирования Республики Крым [4], данный водоносный горизонт приурочен к Северо-Сивашскому месторождению подземных вод, которое является частью Скифского сложного артезианского бассейна и к Причерноморскому артезианскому бассейну, являющегося частью Восточно-Европейского сложного артезианского бассейна. Кровля водоносного горизонта залегает на глубине от 45 до 60 м. Питание горизонт получает далеко за пределами описываемого участка: на Северных склонах Крымских гор и Тарханкутском полуострове, а на территории ВЕП в районе Днепровской террасы, южнее с. Каховка. Водоносный горизонт напорный, избыточные напоры изменяются от 50 до 75 м, скважины часто самоизливающиеся. Дебиты скважин изменяются в пределах от 5 до 60 л/сек при понижении 1,0 м. Минерализация воды изменяется в широких пределах от 0,3 г/л до 32 г/л, по химическому типу воды горизонта также сильно различны: от гидрокарбонатных кальциевых до хлоридных натриевых. По величине минерализации в водоносном комплексе четко выражена вертикальная гидрогеохимическая зональность.

В результате рекогносцировочных маршрутов, выполненных в рамках Государственного задания по созданию комплекта гидрогеологических карт масштаба 1:1 000 000 было выявлено, что в 75% (24 из 32) скважин, используемых для питьевого водоснабжения на территории Красноперекоского района, наблюдается превышение минерализации сверх установленных нормативов в 1 г/л [5]. На участке Воронцовского водозабора минерализация подземных вод во всех скважинах превышает нормативные значения в 2-3 раза, имеется тенденция к постоянному ее увеличению (рис.1) Анализ графиков, изображенных на рис.1 показывает, что на протяжении последних 50 лет происходит увеличение минерализации водоносного горизонта. Можно предположить, что при сохранении текущей схемы водопотребления, тенденция к росту минерализации сохранится. В наиболее крупных населенных пунктах района отсутствуют источники централизованного водоснабжения, а в имеющихся, качество воды неудовлетворительное. Практически повсеместно (в 90% опробованных скважин) наблюдается превышение содержания хлоридов в 2 раза, местами до 8 раз. В настоящее время в районе Воронцовского водозабора преобладают воды хлоридно-сульфатные магниевые-кальциевые и гидрокарбонатно-хлоридные магниевые-натриево-кальциевые [1].

В середине 80-х годов на территории района проводились опытные работы по закачке воды, поступающей по СКК через скважины, пробуренные вдоль о. Сиваш и его заливов в основной водоносный горизонт для уменьшения размеров линзы соленых вод. Установка по нагнетанию воды производительностью до 24 тысяч м<sup>3</sup>/сутки в 1972 г. была передана для эксплуатации Красноперекоскому управлению оросительных систем «Облмелиоводхоза» [6]. В настоящее время работы прекращены.

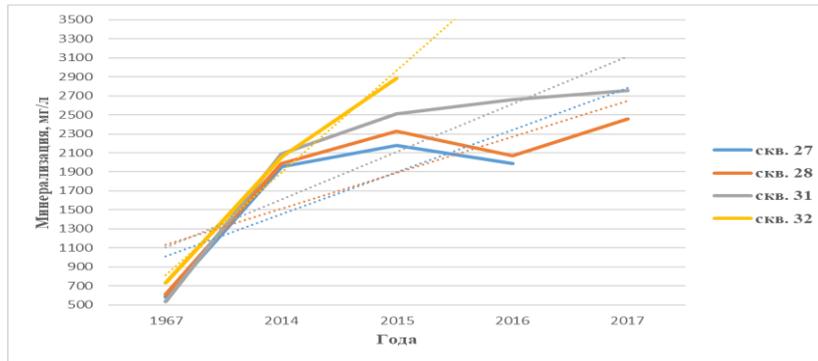


Рис.1 Динамика изменения минерализации на Воронцовском водозаборе

На описываемой территории, где практически повсеместно происходит увеличение минерализации подземных вод, существуют аazonальные участки. Так, по южному берегу о. Киятское имеются самоизливающиеся скважины с минерализацией от 0,5 до 0,8 г/л и с гидрокарбонатно-хлоридным магниевно-натриево-кальциевым составом. При этом, всего в 7 км к северу, в селе Надеждино оборудована скважина на тот же водоносный горизонт, но ее минерализация составляет уже 8,6 г/л с хлоридно-натриевым составом [1]. В настоящий момент, только по 8 скважинам из 32 опробованных можно дать заключение о том, что воды соответствуют всем нормативам и пригодны для питьевого водоснабжения, во всех остальных случаях требуется проведение мероприятий по водоподготовке.

Исходя из имеющихся данных, можно назвать следующие причины, приводящие к росту минерализации и изменению химического состава вод севральско-мессинского водоносного горизонта:

1. Вымывание сульфатных и хлоридных солей из четвертичных и неогеновых суглинков в основной водоносный горизонт при орошении.
2. Активный водоотбор и, как следствие, сработка пьезометрического уровня (от 2 до 25 м) водоносного горизонта. Снижение уровня привело к проникновению (интрузии) вод Черного моря и озера Сиваш в прибрежные водоносные горизонты.
3. Сброс высокоминерализованных вод в водоемы-отстойники, из которых происходит дальнейшая инфильтрация в подземные воды (заводы и фабрики в районе Перекопского перешейка).
4. В результате бесконтрольного бурения частных скважин и отсутствия качественной затрубной цементации возможны перетоки более соленых вод по затрубному пространству из вышележащих горизонтов (особенно актуально в районе о. Сиваш и других озер Перекопской группы).

#### Литература

1. ГБУ РК «Крымская гидрогеолого-мелиоративная экспедиция» Протоколы измерений №№381, 385, 387, 394. Симферополь, 2017.
2. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод на Исходненском водозаборе по данным существующего водоотбора для водоснабжения г. Армянска и КГПО «Титан», ГОСКОМГЕОЛОГИЯ УКРАИНЫ, ГПП «Крымгеология» Крымская комплексная геологоразведочная партия, Симферополь 1999. - 206 с.
3. ОТЧЕТ о результатах работ по объекту «Создание фрагментов бесшовных карт масштаба 1:1 000 000 по территории Западно-Европейского и Южно-Европейского регионов по материалам Госгеолкарты-1000 третьего поколения» Санкт-Петербург, 2016.
4. Предварительная схема гидрогеологического районирования Крыма, ФГБУ «Гидроспецгеология», Москва, 2018.
5. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения, СанПиН 2.1.4.1074-01 Москва, 2002.
6. Шутов Ю. И. Воды Крыма - Симферополь, Таврия, 1979. - 74 с.

### РАЙОНИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТЕРРИТОРИИ БЕРЕГОВОГО НГКМ ПОСРЕДСТВОМ КАРТИРОВАНИЯ С ЦЕЛЬЮ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗА СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Э.И. Галеева

Научный руководитель доктор г.-м.н. Л.А. Строкова

Национальный исследовательский томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В статье рассмотрено районирование инженерно-геокриологических условий территории Берегового НГКМ, расположенного Надым-Пуровской геокриологической области. Инженерно-геокриологические условия месторождения, а именно характеристики мерзлых грунтов, наличие таликов и дренированность территории определяют выбор проектных решений при строительстве сооружений, а также прогноз развития опасных криогенных процессов при эксплуатации, что особенно важно для линейных объектов.

Целью представленной работы является изучение территории месторождения и выполнение анализа инженерно-геологических изысканий, для последующего построения многоцелевых инженерно-геокриологических карт территории.

**СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЯХ**

На основании этого были выполнены задачи по районированию территории трассы по геоморфологическим особенностям, выделение участков с развивающимися (или потенциально опасными) негативными инженерно-геокриологическими процессами, произведена типизация инженерно-геокриологических условий.

**Таблица**

**Оценка пораженности территории по типам местности негативными инженерно-геологическими процессами**

Типы местности	Инженерно-геологические процессы															Сумма баллов			
	Заболачивание			Эрозия			Термо-эрозия			Криогенное пучение			Термо-карст						
	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2				
Озерно-болотный																			6
Хасырейный																			4
Природно-дренированный																			1
Техногенные грунты																			3

Районирование Берегового месторождения выполнено на основе ландшафтной дифференциации территории по типам местности, отличающимся степенью и характером расчленения рельефа, особенностями распространения ММГ. Выделено пять типов местностей [1]:

А (озерно-болотный) – плоские нерасчлененные заболоченные и заозеренные участки в центральных и тыловых частях равнин и террас, сложенные с поверхности мерзлыми грунтами. Б (хасырейный) – плоские слабо расчлененные ложбины стока, заболоченные участки равнин с обилием спущенных озер (хасыреев) с заглубленной кровлей ММГ или тальми грунтами. В (дренированный) – плоские, слабо наклоненные к базису эрозии краевые части равнин и террас (бровки склонов долин), сложенные тальми песчаными грунтами. Г (холмисто-увалистый) – расчлененные поверхности наиболее древних равнин, реже останцы древних отложений среди молодых осадков, сложенные мерзлыми глинистыми грунтами. Д (линейно-грядовый) – участки равнин с частым чередованием низких гряд, сложенных распученными глинистыми породами палеогена и заболоченных межгрядовых понижений, сложенные мерзлыми глинистыми грунтами и супесчаными грунтами. Е (техногенные грунты) – песчаные насыпи автодорог и отсыпки. По таблице наиболее сложным является тип местности А – 6 баллов, 5 % протяженности трассы. Относительно сложным является тип Б – 4 балла, 16 % трассы. Наименее сложными являются типы местности Е – 3 балла, 30 % и В – 1 балл, 39 % протяженности трассы.

Основная часть трассы проходит по дренированному типу местности – В (зона заложения трубопровода). Мерзлые грунты встречаются локально. Общая протяженность мерзлых грунтов по трассе – 1073,4 м или 7% от общей длины участка – 16,066 км.

Неблагоприятными для строительства сооружений и прокладки трубопровода являются типы местности: А (озерно-болотный) и Б (хасырейный). Данные типы характеризуются широким распространением заболоченных участков (мощность торфа 1,2 -2,5 м), сложенных глинистыми грунтами с отсутствием поверхностного стока. Общая протяженность составляет 3354,7 м или 21% трассы. Типы Г, Д, по трассе трубопроводов не встречены [2]. Представлен рисунок 1 дешифровочных признаков проявления опасных инженерно-геологических процессов.

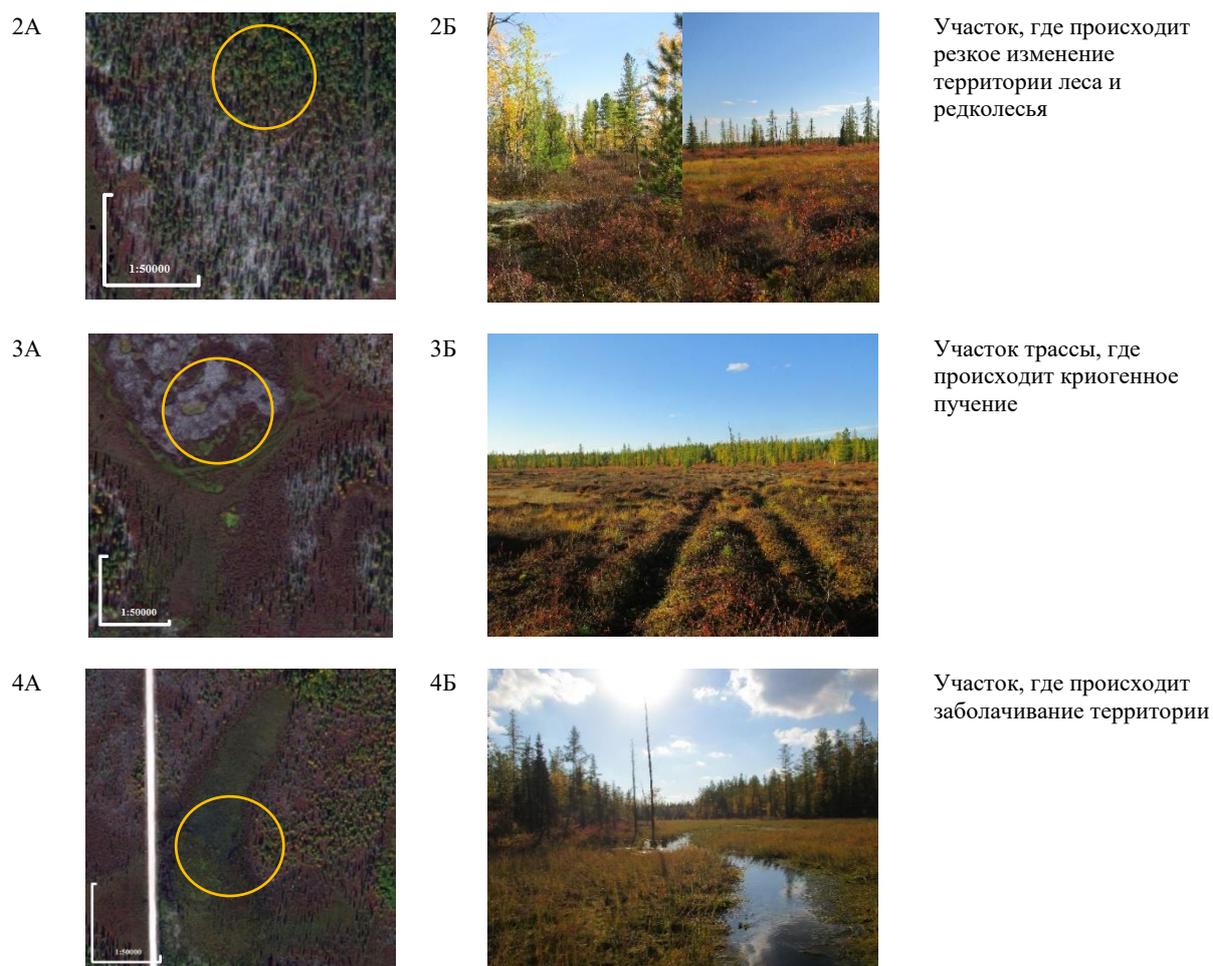
1А



1Б



Представлен эрозионный процесс около автодорога вблизи р. Нюдя-Саловояха (техногенные грунты) и показана защита посредством сливных труб



**Рис.1** Таблица дешифровочных признаков проявления опасных инженерно-геологических

Условные обозначения: А – космоснимки территории; Б – фотографии обследованных участков, желтым кругом обозначены места проявления процессов

Был выполнен анализ результатов инженерно-геологических изысканий, на основании которого было проведено районирование территории, типизация территории по инженерно-геокриологическим условиям.

По сложности инженерно-геологических условий территория трассы относится к сложной (III) категории разработки [4]. Исходя из результатов данная, категория делится, в зависимости от типа местности на: наиболее сложную, относительно сложную и наименее сложную. По категории опасности природных процессов территория месторождения относится к опасной по пучению, подтоплению и затоплению, умеренно опасной по сейсмичности. По совокупности проявления природных процессов территории относится к категории «опасная» [5].

#### Литература

1. Голодковская Г.А. Принципы инженерно-геологической типизации месторождений полезных ископаемых // Вопросы инженерной геологии и грунтоведения. М.: Изд-во МГУ, 1983. Вып. 5. С. 355–369.
2. Геокриологические условия Западно – Сибирской газоносной провинции, Из-во «Наука», Сибирское отделение, Новосибирск 1983г
3. Трофимов В.Т. Инженерно-геологические карты: учебное пособие / В.Т. Трофимов, Н.С. Красилова. – М.: КДУ, 2008, - 383
4. СП11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть 2: Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов. М.: Госстрой России, 2000.
5. СП 115.13330.2011. Геофизика опасных природных воздействий М.: ГП ЦПП, 1996

**ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ  
МАЛАХИТА (НА ПРИМЕРЕ ЗОНЫ ГИПЕРГЕНЕЗА СУЛЬФИДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ)**

**К.В. Белов, Д.Э. Васильева, М.А. Черкинская**

Научный руководитель доцент К.В. Белов

**Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе  
г Москва, Россия**

В литературе, [1-17] освещающей вопросы минералогии, гидрогеохимии, геохимии и минералообразования с различной детальностью описан механизм образования малахита.

В основном, все предположения авторов сводятся к достаточно простым процессам и механизмам. Источником меди (в любой форме) являются окисляющиеся залежи сульфидных минералов меди (халькопирита, пирата и др.) [12]. Атмосферные осадки, просачивающиеся через зону аэрации, обогащенные свободным кислородом, вызывают окисление минералов с образованием серной кислоты, сульфата окиси и сульфата закиси железа. Продукты окисления понижают водородный показатель (рН) до значений 1-2, переводя катионы металлов в миграционно-способное состояние. В случае, если на пути движения подземных вод встречаются участки с резким изменением условий миграции (геохимические барьеры), то в таких областях происходит выпадение солей этих металлов [13]. По [1, 4, 11] можно сделать вывод, что малахит образуется на самой поздней щелочной стадии эволюции медных минералов (последняя стадия окисления залежей сульфидных руд).

По данным в [3, 10] малахит образуется в верхней части зоны окисления сульфидных полиметаллических месторождений в условиях сухого климата. По данным в [7, 9] миграция двухвалентных катионов меди происходит при значении рН менее 5,4. Основными осадителями меди из природных вод являются карбонаты кальция, гидраты окиси железа, кремнезем и сероводород.

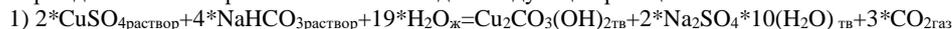
В [2] приводится реакция соединения медного купороса с карбонатом натрия в присутствии воды. В [14] говорится о соединении меди с бикарбонатом натрия при этом из раствора выпадает малахит. По мнению [3, 14, 17, 5, 4, 11, 15] малахит образуется либо на контакте раствора с карбонатными породами, либо при смешении кислых сульфатных вод с гидрокарбонатными водами [10].

В [8] указано, что для образования малахита необходима низкое содержание ионов меди в растворе. Если содержание иона меди высокое, то из раствора выпадает брошантит или атакамит. При крайне низких содержаниях иона меди кристаллизуется азурит. В противоположность многим указанным авторам содержание углекислого газа в воде по данным термодинамических расчетов авторов, не оказывает заметного влияния на условия образования малахита.

Приведенный обзор показывает, что единства в понимании процесса образования малахита до сих пор нет.

Для изучения влияния подземных вод на процесс образования малахита проведены термодинамические расчеты, в ходе которых определялись тепловые эффекты реакций и их термодинамическая разрешимость, а также серия экспериментов, основанная на полученных теоретических данных, воспроизводящая условия в верхней части зоны окисления сульфидных месторождений. Поскольку рассматриваемые процессы окисления происходят в верхней части разреза, где температура не превышает 100° С и давления нескольких атмосфер, поэтому в наших расчетах использовались стандартные термодинамические данные [6].

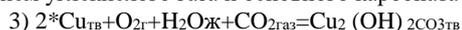
Термодинамические расчеты выполнены для следующих реакций:



Данная реакция происходит, когда кислые водные растворы сульфата меди смешиваются с водными щелочными растворами, содержащими гидрокарбонат натрия. Согласно уравнению реакции нейтрализации, из раствора выпадает дигидроксокарбонат меди, декагидрат сульфата натрия и выделяется углекислый газ.



В отличие от первой реакции, когда все исходные компоненты находятся в водном растворе, образование малахита происходит на поверхности твердой фазы, представленной карбонатными породами. При контакте с кислыми сульфатными водами происходит также реакция нейтрализации с выпадением гидрата сульфата кальция, выделением углекислого газа и основного карбоната меди.



Образование малахита, согласно данному уравнению, происходит по самородной меди с участием жидкой воды, кислорода и углекислого газа. Такая реакция, возможна, так как в [19] имеется большое количество фактов, свидетельствующих о том, что в малахит развивается по металлической меди.

Все перечисленные реакции термодинамически разрешимы и, по данным расчета, должны протекать в прямом направлении (химическое равновесие сдвинуто вправо в сторону продуктов реакции).

Для проверки теоретических расчетов произведены экспериментальные работы. Были произведены следующие опыты: смешение растворов сульфата меди и гидрокарбоната натрия, смешение раствора сульфата меди и гидрокарбоната натрия в твердом состоянии, взаимодействие раствора сульфата меди и карбонатных пород, реакция металлической меди и воды.

После серии опытов полученные вещества были отправлены на рентгеноструктурный анализ. Рентгеновская дифрактометрия проведена в лаборатории МГРИ-РГГРУ (заведующий лабораторией кандидат технических наук Гурвич М.Ю.) на аппарате ДРОН-3 на кобальтовом излучении при напряжении 30 кВ и токе 30 мА. Установлено, что образование малахита произошло в ходе двух реакций: 1) при взаимодействии раствора

медного купороса и гидрокарбоната натрия в твердом состоянии; 2) при взаимодействии металлической меди и воды.

Малахит не образовался при смешении растворов и при взаимодействии водных растворов и карбонатных пород. Однако, это противоречит данным по Гумешевскому месторождению на Урале, где участки с богатой малахитовой минерализацией тяготеют к контакту выветрелых сульфидных руд и подстилающих их мраморов.

По данным эксперимента, подземные воды должны иметь гидрокарбонатный натриевый состав. Гидрокарбонатные воды характерны для верхней части разреза, образуются при взаимодействии углекислого газа и атмосферных осадков. Источником натрия в подземных водах могут являться полевые шпаты, а также процессы континентального засоления, происходящие в условиях аридного климата.

#### Литература

1. Берг Г. Геохимия месторождений полезных ископаемых. 2-е издание. Перевод с немецкого Навашиной Н.А. Москва-Ленинград, ОНТИ НКТП СССР, 1937, 427 с.
2. Бетехтин А.Г. Курс минералогии. Учебное пособие. Москва. КДУ. 2007, 721 с.
3. Глинка Н.К. Общая химия. Учебное пособие для ВУЗов. Москва, ИнтегралПресс, 2007, 728 с.
4. Голева Г.А. Гидрогеохимические поиски скрытого оруденения. Москва. Недра. 1968, 291 с.
5. Зверев В.П., Кононов В.И. и др. Миграция химических элементов в подземных водах СССР. Закономерности и количественная оценка. Труды. Выпуск 261. Москва. Наука. 1974, 239 с.
6. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов. Справочник в 6 книгах. Книга 4. Москва. Экология, 1996, 416 с.
7. Иориш В.С., Юнгман В.С. Химический факультет МГУ им. М.В.Ломоносова. База данных термодинамических величин - www.chem.msu.ru
8. Керн Р., Вайсброт А. Основы термодинамики для минералогов, петрографов, геологов. Перевод с французского Федотьева К.М. Москва. Мир. 1966, 278 с.
9. Колотов Б.А. Гидрогеохимия рудных месторождений. Москва. Недра 1992, 192 с.
10. Колотов Б.А., Крайнов С.Р., Рубейкин В.З. Основы гидрогеохимических поисков рудных месторождений. Москва. Недра. 1983, 199 с.
11. Крайнов С.Р., Рыженко Б.Н., Швец В.М. Геохимия подземных вод. Теоритические, прикладные и экологические аспекты. Издание 2, дополненное. Москва. ЦентрЛитНефтеГаз. 2012, 672 с.
12. Нюссик Я.М., Комов И.Л. Электрохимия в геологии. Ленинград. Наука. 1981, 240 с.
13. Овчинников А.М. Гидрогеохимия. Москва. Недра. 1970, 200 с.
14. Пеков И.В., Лыкова И.С. Минералогический Альманах. Рубцовское месторождение (Северо-Западный Алтай, Россия): минералогия зоны окисления. Том 16, выпуск 1, 2011, 79–80 с.
15. Романцева Л.М., Лещинская З.Л., Суханова В.А. Сборник задач и упражнений по общей химии. Издание второе, переработанное и дополненное. Москва. Высшая школа. 1991, 288 с.
16. Сауков А.А. Геохимия. Москва. Наука. 1966, 487 с.
17. Смирнов С.С. Зона окисления сульфидных месторождений. Ленинград-Москва. ОНТИ НКТП СССР. 1936, 291 с.
18. Шуйский А.В. Экспериментальная минералогия и генезис выращиваемого малахита. Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. СПбГУ. Санкт-Петербург. 2015, 185 с.

### ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ВОСТОЧНО-МЕССОЯХСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗА СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Э.И. Галеева

Научный руководитель доктор г.-м.н. Л.А. Строкова

*Национальный исследовательский томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В данной статье рассмотрено геокриологическое районирование условий территории Восточно-Мессояхского НКГМ, расположенного на Гыданском полуострове. Рассмотрены инженерно-геокриологические условия месторождения: характеристика мерзлых грунтов, геокриологические процессы, которые важны при прогнозе и оценке геокриологических процессов, что важно для линейных объектов.

Целью данной работы является оценки инженерно-геокриологических условий Восточно-Мессояхского НКГМ по результатам приведенных инженерно-геологических изысканий для прогноза изменений инженерно-геологических условий трассы в связи с освоением.

Задачи:

Выполнить анализ результатов инженерно-геологических изысканий, на основании чего произвести:  
районирование территории трассы по геоморфологическим особенностям;  
типизацию инженерно-геокриологических условий;  
выделение участков с развивающимися (или потенциально опасными) негативными инженерно-геокриологическими процессами;

Районирование Восточно-Мессояхского месторождения выполнено на основе ландшафтной дифференциации территории по типам местности, отличающимся степенью и характером расчленения рельефа, особенностями распространения ММГ. Выделено три типа местностей [1]:

А (озерно-аллювиальный) – данный участок представлен супесями, подстилаемыми песками мелкозернистыми. На некоторых участках сверху перекрыты торфяники, вмещающие полигонально-жильные льды.

Б (нерасчленённая пойма рек) – участок представлен суглинками, супесями, подстилаемыми мелкозернистыми песками.

**СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЯХ**

В (морская равнина) – разрез отложений представлен суглинками и глинами.

**Таблица 1**

**Оценка пораженности территории по типам местности негативными инженерно-геологическими процессами**

Типы местности	Инженерно-геологические процессы															Сумма баллов			
	Заболачивание			Солифлюкция			Термо-эрозия			Криогенное пучение			Термо-карст						
	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2				
Озерно-аллювиальный																			6
Нерасчленённая пойма рек																			6
Морская равнина																			6

**Баллы:** 0 – практически отсутствует по площади; 1 – присутствует местами или локально по площади; 2 – распространённо по всей площади. **Сумма баллов:** 1-3-наименее сложное; 4-5 –относительно сложные; 6-7 – наиболее сложные. **Итог:** 6 баллов (наиболее сложный тип местности) – 100 % территории трассы.

Общая длина участка 97 км. Основная часть проходит по морскому типу местности – около 30 % от площади (примерно 29,1 км). Наиболее важный криогенный процесс, который происходит на данном участке – солифлюкция, который распространен на склонах. Наиболее распространенным из неблагоприятных инженерно-геокриологических процессов является криогенное пучение грунтов сезонноталого слоя, которое активно проявляется на заболоченных и обводненных участках всех геоморфологических уровней.

Наличие мерзлых, малольдистых грунтов в верхней части разреза – 5 % от общей площади участка (примерно 4,85 км), может привести к развитию термоэрозии. Данный процесс будет происходить на участках, прилегающих к крутым бортам речных долин и берегам озер, что приведет к формированию отдельных различных размеров оврагов, врезов и промоин. Со строительными работами, проводимыми на данной территории увеличивается термоэрозионные процессы, связанные с увеличением концентрации поверхностного стока при нарушении и удалении растительного и мохового покровов.

Заболоченные участки на данной трассе занимают 20% от общей протяженности. Из-за избытка атмосферных осадков, залегающие многолетне мерзлые породы являются водоупором, что обуславливает слабую дренированность. Развитие подтопления может привести к деформации фундаментов и наземных конструкций сооружений, вызванной изменением прочностных и деформационных свойств грунтов, к изменению химического состава, агрессивности и коррозионной агрессивности грунтов и подземных вод. Представлен рисунок 1 дешифровочных признаков проявления опасных инженерно-геологических процессов.

Был выполнен анализ результатов инженерно-геологических изысканий, благодаря чему проведено районирование территории, типизация территории по инженерно-геокриологическим условиям. По сложности инженерно-геологических условий территория трассы относится к сложной (III) категории разработки [4]. По совокупности проявления природных процессов территории относится к категории «опасная» [5].



Подтопленные участки обследуемого нефтепровода. В рассматриваемом районе выделяются так же надмерзлотные воды, аккумулирующиеся в слое сезонного оттаивания грунтов и в грунтах надмерзлотных таликов.

Временное подтопление из-за таяния снег. Следует учесть тот факт, что в период весеннего снеготаяния, а также в летнее время на данной территории присутствует временный горизонт «верховодка».



**Рис.1. Таблица децифровочных признаков проявления опасных инженерно-геологических**  
 Условные обозначения: А – космоснимки территории; Б – фотографии обследованных участков желтым кругом  
 обозначены места проявления процессов

#### Литература

1. Голодковская Г.А. Принципы инженерно-геологической типизации месторождений полезных ископаемых // Вопросы инженерной геологии и грунтоведения. М.: Изд-во МГУ, 1983. Вып. 5. С. 355–369.
2. Геокриологические условия Западно – Сибирской газоносной провинции, Из-во «Наука», Сибирское отделение, Новосибирск 1983г
3. Трофимов В.Т. Инженерно-геологические карты: учебное пособие / В.Т. Трофимов, Н.С. Красилова. – М.: КДУ, 2008, - 383
4. [Методы региональных инженерно-геокриологических исследований для равнинных территорий. М.: Недра, 1986. – 207 с, ил. (ВСЕГИНГЕО).

### ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБЫЧИ МЕТАНА ИЗ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ НА ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ТУТУЯССКОГО РАЙОНА КУЗНЕЦКОГО БАСЕЙНА

А.Г. Гридасов

Научный руководитель доцент К.И. Кузеванов

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

В Кузнецком угольном бассейне интенсивно развивается новый промысел – добыча метана из неразгруженных от горного давления пластов угля. В естественных условиях метан сорбирован в угольных пластах ниже зоны газового выветривания, на глубине от нескольких сотен метров. Для извлечения газа угленосную толщу необходимо вскрыть скважинами с земной поверхности, далее путём откачивания подземных вод сформировать депрессионную воронку, в которой под влиянием градиента давления активируются процессы десорбции и миграции газа в направлении добывающей скважины [5]. Таким образом, процесс добычи угольного метана сопряжен с постоянным откачиванием высокоминерализованных подземных вод зоны замедленного водообмена, которые способны привести к загрязнению водных объектов в силу несовместимости их состава и свойств с пресными природными водами. Особенно актуальна проблема влияния угольнометанового промысла на подземные воды Тутуяского района, где ранее разведано уникальное в масштабах Кузбасса месторождение пресных подземных вод, а в ближайшие годы планируется добывать угольный метан.

При проектировании угольнометанового промысла на площади формирования ресурсов месторождения подземных вод, важно избежать противоречия данных сфер недропользования. Поэтому на предпроектной стадии для обоснования видов и объёмов гидрогеологических исследований необходимо представить рабочую гипотезу о

**СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЯХ**

закономерностях формирования нарушенного режима фильтрации, что обеспечивается построением гидрогеологических прогнозов на основании актуальной изученности объекта. Под гидрогеологическим прогнозом понимается комплекс аналитических мероприятий по оценке вероятного изменения режима движения подземных при планируемых воздействиях.

Прогнозирование гидрогеологических аспектов угольнометанового промысла в Тутуясском районе выполнено путём моделирования природно-технической гидрогеологической системы (ПТГГС) [2]. В основу модели положены данные природных условий объекта и технологическая схема добычи газа.

Методика построения прогноза следующая:

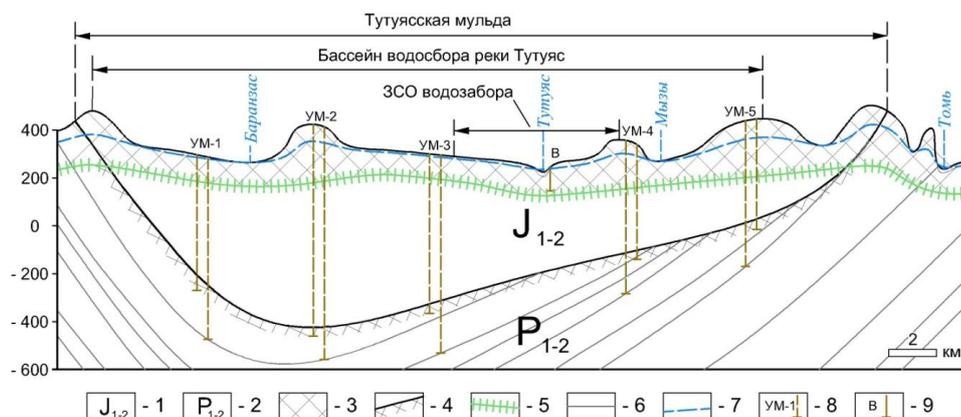
- оценка степени изученности объекта;
- определение масштаба и детальности прогноза;
- систематизация факторов формирования режима подземных вод;
- определение источников техногенной нагрузки и их характеристик;
- схематизация гидрогеологических условий для целей прогнозирования;
- формирование концептуальной модели ПТГГС;
- численное моделирование нарушенного режима фильтрации;
- анализ направления и интенсивности природно-техногенных взаимодействий;

Обзор опубликованной и фондовой литературы о подземных водах Тутуясского района показал весьма неравномерную изученность объекта как по площади, так и по глубине. В районе выполнялась гидрогеологическая съёмка в масштабах от 1:200000 до 1:50000, а также работы по разведке месторождений подземных вод. Изыскания затрагивали преимущественно зону активного водообмена, в которой формируются крупные запасы пресных вод. Зона замедленного водообмена, к которой приурочены перспективные ресурсы угольного метана, вскрыта разведочными скважинами на полях угледобывающих шахт и разрезов, расположенных за периметром района. При построении геологической модели данные отдельных глубоких скважин экстраполированы с учётом закономерностей строения бассейна. Актуальная степень изученности соответствует предпроектной стадии исследований и определяет возможность прогнозирования общих закономерностей развития ПТГГС для Тутуясского района в целом, исключая обособление локальных участков.

К главным факторам формирования режима подземных вод определяющим их питание, циркуляцию и разгрузку, относятся климатические условия, гидрографическая сеть и геолого-структурные особенности. Район расположен в области избыточного увлажнения, с чем связано интенсивное развитие речной сети. Высокая проницаемость коренных пород в пределах речных долин способствует формированию в зоне активного водообмена крупных ресурсов пресных подземных вод. Соответственно, поверхностные и подземные воды гидравлически связаны, но их взаимовлияние с глубиной затухает. Подробное описание гидрогеологических условий выполнено ранее [2].

Техногенную нагрузку на подземные воды объекта будут оказывать скважины хозяйственно-питьевого водозабора, угольнометановые скважины и технологические скважины для обратного закачивания попутных вод. Водозаборные скважины глубиной до 150 м расположены в долине реки Тутуяс. Режим эксплуатации водозабора подземных вод зависит от интенсивности водопотребления и условий восполнения запасов, но для прогнозирования целесообразно принять стабильный расход  $Q=const$  при максимально допустимом понижении уровня  $S_{lim}$ . Эксплуатация угольнометановых скважин рассматривается также в стационарном режиме при максимальном понижении уровня. Необходимая производительность обратного закачивания в технологические скважины определяется дебитом воды из угольнометановых скважин.

Задача гидрогеологической схематизации заключалась в характеристике гидродинамической структуры природного объекта минимально-достаточным перечнем типовых элементов расчётной схемы и определении актуальных начальных и граничных условий. В результате схематизации составлены таблицы характерных элементов и их свойств [3].



**Рис. 1** Профиль концептуальной модели ПТГГС угольнометанового промысла в Тутуясском районе

Концептуальная модель ПТГГС, представленная на рисунке 1, отражает взаимное расположение объектов техногенной нагрузки в геолого-гидрогеологических условиях Тутуяского района. На профиле отображено структурное положение водоносных комплексов юрских (1) и пермских (2) отложений, зона экзогенной трещиноватости пород (3), погребённая зона трещиноватых пород (4), зона вторичного минералообразования (5), угольный пласт (6), уровень подземных вод (7), расположение углетановых (8) и водозаборных (9) скважин.

Численное моделирование изучаемых воздействий на геофильтрационное поле выполнено с помощью вычислительного модуля MODFLOW, разработанного на принципе конечно-разностной аппроксимации уравнений фильтрации. Начальные и граничные условия, а также характеристики области фильтрации заданы в соответствии с концептуальной моделью ПТГГС. Подробное описание модельных экспериментов и их анализ представлен в работе [4]. Результаты тестового моделирования показывают, что гидродинамическое влияние угольнометановых скважин активно распространяется по проницаемым угольным пластам и затухает в толще менее проницаемых смежных пород, аргиллитов и алевролитов. Субгоризонтальное залегание угольных пластов в Тутуяском районе обуславливает развитие гидродинамических возмущений в зоне замедленного водообмена преимущественно по площади и их затухание вкострест напластования пород угленосной толщи.

В результате проделанной работы выявлен вероятный характер развития ПТГГС в Тутуяском районе. Спрогнозировано формирование концентрических зон нарушенного режима фильтрации в радиусе до 1 км вокруг газовых скважин. Показано, что при захоронении попутных вод в глубоких коллекторах, гидродинамическое возмущение возможно локализовать в зоне замедленного водообмена, что позволит избежать взаимовлияния угольнометановых и водозаборных скважин в дальнейшем. Прогнозирование позволило сформулировать требования к методике изучения гидрогеологических условий, выполняемых на разных стадиях исследований. Расширен перечень гидрогеологических параметров, которые должны быть определены при проведении полевых работ. Так, помимо основных фильтрационных показателей, для оценки влияния угольно-метанового промысла необходимы исследования вертикального водообмена в толще угленосных пород, которые не проводились ранее. Для этого в программу изысканий рекомендуется включить наблюдения за изменением напора подземных вод по мере проходки скважин, а также поинтервальные фильтрационные опробования с минимально допустимым шагом, особенно при вскрытии целевого интервала угленосной толщи. Ценная информация о пространственных изменениях проницаемости угольного массива может быть получена при проведении кустовых откачек с размещением нескольких лучей наблюдательных скважин на разных глубинах.

Прогноз формирования нарушенного режима фильтрации в перспективе интенсификации техногенной нагрузки на гидросферу региона необходим, в первую очередь, для обоснования инженерных решений на стадии проектирования инфраструктуры промысла, направленных на минимизацию негативных воздействий метановых скважин на ценные ресурсы подземных вод, а также для уточнения методики гидрогеологических изысканий на последующих стадиях. Предложенные дополнения к видам гидрогеологических исследований направлены на повышение достоверности прогнозных построений, выполняемых как при использовании традиционных аналитических расчётов, так и с применением методов численного моделирования.

#### Литература

1. Белоусова А.П., Гавич И.К. и др. Экологическая гидрогеология. – М. Академкнига, 2006. – 400 с.
2. Гридасов А.Г. Гидрогеологические условия Подобасско-Тутуяской депрессии в связи с перспективой добычи метана из угольных пластов (Южный Кузбасс) // Проблемы геологии и освоения недр: труды XIX симпозиума имени академика М.А. Усова. – Томск, – Изд-во ТПУ, 2015. – С. 372–374.
3. Гридасов А.Г., Кузеванов К.И. Схематизация гидрогеологических условий на участках добычи угольного метана в Кузбассе для обоснования прогнозных гидродинамических расчётов // Вестник КузГТУ, 2017. – № 3 (121). – С. 12–21.
4. Гридасов А.Г. Модель формирования водопритока к угольнометановым скважинам в природных условиях юга Кузнецкого бассейна // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXI симпозиума имени академика М.А. Усова, – Томск, Изд-во ТПУ, 2017. – С. 450–452.
5. Пучков Л.А., Сластунов С.В., и др. Извлечение метана из угольных пластов. – Горная книга, 2002. – 383 с.

#### НГР (ТОМСКАЯ И НОВОСИБИРСКАЯ ОБЛАСТИ)

А.С. Глазунова<sup>1</sup>, Я.В. Садыкова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>-РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва

<sup>2</sup>-Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука, Новосибирск

Межовский нефтегазоносный район (НГР) расположен на юго-востоке Западно-Сибирского артезианского бассейна, где ниже-среднеюрский и верхнеюрский гидрогеологические комплексы распространены не равномерно. Ниже-среднеюрские осадки заполняли наиболее погруженные участки рельефа, выклиниваясь на бортах крупных поднятий, как следствие - водоносные и водоупорные горизонты развиты не повсеместно, что является причиной возникновения межпластовых перетоков и многочисленных геотермических, гидродинамических и гидрогеохимических аномалий. Выделение аномальных зон и установление путей миграции флюидов позволит не только лучше понять гидрогеологическую историю района, но и будет способствовать выявлению пропущенных залежей углеводородов.

Разрез осадочного чехла представлен юрскими, меловыми и кайнозойскими породами. На исследуемой территории выделяется два гидрогеологических этажа – верхний, относящийся к зоне активного водообмена, и нижний – затрудненного. Верхний гидрогеологический этаж представлен слабосцементированными и рыхлыми

**СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЯХ**

осадками верхнемелового и кайнозойского возраста. В его пределах выделяется палеоген-четвертичный водоносный комплекс. Нижний гидрогеологический этаж надежно изолирован от зоны активного водообмена туронско-датским региональным водоупором. В составе нижнего гидрогеологического этажа выделяются пять гидрогеологических комплексов: апт-альб-сеноманский, неокомский, верхнеюрский, ниже-среднеюрский и палеозойский. Водоносные комплексы включают многочисленные водоносные и водоупорные горизонты, закономерно чередующиеся в разрезе.

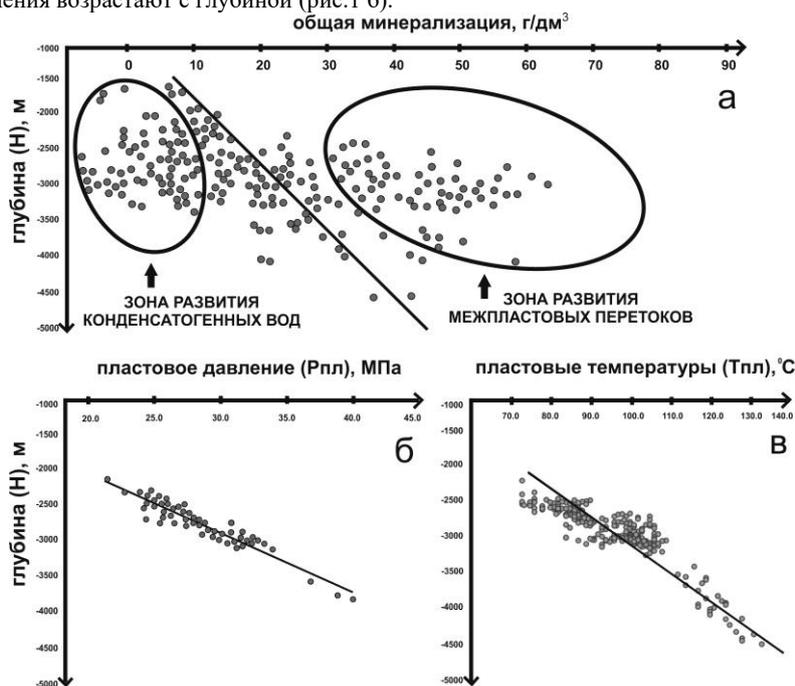
С точки зрения нефтегазгеологического районирования исследуемая территория относится к западной части Васюганской нефтегазоносной области. Всего в регионе открыто 21 месторождение углеводородов, которые содержат более 40 залежей. В основном они относятся к категории мелких по запасам [3].

Для характеристики гидрогеохимических особенностей Межовского НГР была составлена и проанализирована база данных, включающая результаты химического анализа 378 проб подземных вод, в том числе 89 водорастворенных газов. В разрезе распространены подземные воды от солоноватых до рассолов с величиной общей минерализации от 3,7 до 86,6 г/дм<sup>3</sup> (в среднем 30,9 г/дм<sup>3</sup>). Анализ изменения общей минерализации с глубиной показал, что для Межовского НГР характерна прямая вертикальная гидрогеохимическая зональность, выраженная увеличением общей минерализации и содержания основных макро- и микрокомпонентов с глубиной. Зональность осложнена развитием межпластовых перетоков и процессами смешения вод различных генетических типов (рис 1 а).

Анализ генетических коэффициентов показал, что в пределах нижнего гидрогеологического этажа Межовского НГР развиты преимущественно сильно метаморфизованные седиментогенные и древние инфильтрогенные воды, в различной степени смешенные между собой. Аномалии пониженной минерализации в регионе, вероятнее всего, связаны с развитием литогенного типа вод, приуроченного к повышенными толщинами глин верхнеюрского комплекса и конденсатогенными водами, локально развитыми вблизи контуров залежей углеводородов.

Состав водорастворенных газов относится к прямым гидрогеохимическим показателям нефтегазоносности. Для нефтегазоносных бассейнов характерно возрастание содержания метана и тяжелых углеводородов с глубиной, что зафиксировано и в пределах Межовского НГР. Кроме того, отмечаются повышенные содержания углекислого газа и азота. Содержание метана колеблется от 55,0 до 95,0 об. %. На ряде площадей (Верх-Тарская, Веселовская, Межовская и др.), где верхнеюрский комплекс залегает непосредственно на отложениях фундамента, в составе ВРГ наблюдается повышенное содержание углекислого газа. Такие высокие концентрации CO<sub>2</sub> приуроченных к юрским отложениям, залегающим в основании осадочного чехла, либо непосредственно на породах фундамента [2]. О генезисе углекислого газа Западной Сибири существуют различные представления, многие исследователи считают его следствием метаморфического преобразования карбонатных пород [4].

Для характеристики гидродинамических и геотермических условий района, были обобщены и проанализированы 382 точечных замера пластового давления и 289 - температур. В целом по разрезу зафиксированы пластовые давления от 12 до 50 МПа. Для региона характерна прямая вертикальная гидродинамическая зональность, т.е. пластовые давления возрастают с глубиной (рис.1 б).



**Рис.1 Гидрогеохимическая (а), геотермическая (б), гидродинамическая (в) вертикальные зональности**

Геотермические условия недр являются одним из важных факторов, которые определяют течение процессов преобразования органического вещества, газо- и нефтеобразования, формирования и сохранения залежей УВ. В исследуемом регионе пластовые температуры изменяются от 66 до 131°C. Большой разброс температур фиксируется даже в пределах одного комплекса, что связано с влиянием теплового потока, наличием многочисленных залежей УВ и процессами вертикальной миграции флюидов. В целом, в регионе преобладает прямая геотермическая зональность, которая выражается в закономерном возрастании температур с глубиной (рис.1 в). Геотермическая структура всего разреза характеризуется градиентами, достигающими 3,1-4°C/100 м и геотермическими ступенями, достигающими до 25-32 м°С. Во всех комплексах наблюдается неравномерная прогреваемость недр: для южной части региона характерны более низкие пластовые температуры, чем для северной. В пределах Межовского структурного мегамыса и Нюрольской мегавападины зафиксированы наиболее высокие значения теплового потока (более 70 кВт/м<sup>2</sup>) [1].

Таким образом, установленные особенности химического состава подземных вод и водорастворенных газов имеют тесную связь с геологической эволюцией осадочного бассейна, условиями залегания и движения подземных вод. Выявленные зоны повышенной минерализации и аномального содержания углекислого газа на ряде площадей связаны с восходящей миграцией флюидов из нижележащих отложений палеозоя, благодаря геодинамическим и тектоническим факторам. Зоны пониженной минерализации возможно связаны с процессами формирования залежей углеводородов и элизионным водообменом.

Отмеченные геотермические аномалии во всех комплексах можно объяснить значительным влиянием теплового потока, наличием многочисленных залежей углеводородов и процессами вертикальной миграции флюидов. Высокие значения геотермического градиента тяготеют к площадям с выявленными залежами углеводородов. Во всех комплексах отмечается тесная взаимосвязь тепловых характеристик с наличием залежей нефти и газа, процессами латеральной и вертикальной миграции флюидов.

Исходя из результатов исследования была составлена схема предварительного регионального прогноза перспектив нефтегазоносности верхнеюрского комплекса Межовского НГР на основе общих гидрогеологических показателей. Опираясь на перечисленные критерии, на территории исследования было выявлено 3 крупные зоны – Северная, Центральная и Южная, в различной степени перспективные для поисков пропущенных залежей углеводородов. Зоны подразделены на участки с различной степенью перспективности земель. Северная — наиболее детально изучена и на открытие новых крупных залежей нефти и газа рассчитывать не стоит, Центральная характеризуется наиболее высокими перспективами, а Южная – наименее изучена и требует дальнейших более детальных исследований.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Новосибирской области в рамках научного проекта № 17-45-543249.*

#### Литература

1. Дучков А.Д., Соколова Л. С. Новые данные о тепловом потоке юго-восточной части Западно-Сибирской плиты // Интерэкспо Гео-Сибирь-2012: VIII Международная конференция "Недропользование. Горное дело. Новые направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых" (Новосибирск, 10-20 апреля 2012 г.). – 2012. – Т. 2. – С. 3–7
2. Зорькин Л.М. Генезис газов подземной гидросферы (в связи с разработкой методов поиска залежей углеводородов) // Геоинформатика. – 2008. – №1. – С. 45–53.
3. Конторович А.Э., Нестеров И.И., Салманов Ф.К. и др. Геология нефти и газа Западной Сибири. – М.: Недра, 1975. – 680 с.
4. Толстикова Г.А. Особенности формирования углекислых щелочных вод Шаимского месторождения нефти // Нефтегазовая геология и геофизика. – 1963. – №6. – С 47–50.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕТРОГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ АНИЗОТРОПНЫХ ЛЕССОВИДНЫХ ГРУНТОВ

**Д.О. Григорьев**

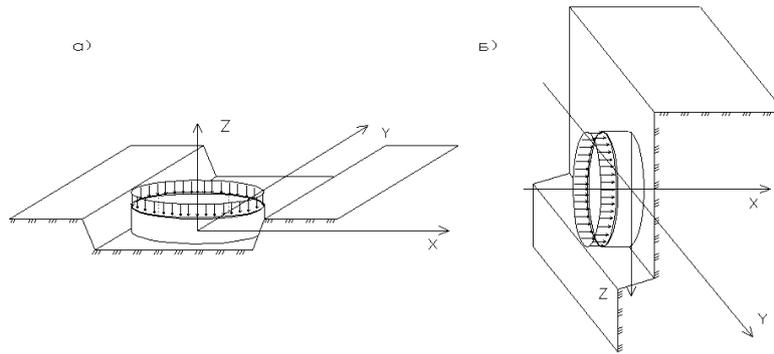
Научный руководитель д.т.н., профессор О.А. Коробова

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), г. Новосибирск, Россия*

Степень и характер деформационной анизотропии у нескальных пород весьма различны. Это связано не только с направленным действием гравитации при их формировании, но и также с минеральным составом, структурными и текстурными особенностями пород, которые определяются многочисленными геологическими факторами.

Для проведения эксперимента в различных районах гг. Новосибирска, Кемерово и Барнаула были отобраны образцы грунтов при естественной влажности и плотности. Пробы брали металлическими кольцами высотой 0,035 м и площадью сечения  $40 \times 10^{-4}$  м<sup>2</sup>. Для определения деформируемости грунтов по взаимно перпендикулярным направлениям пробы грунта были взяты при вертикальном и боковом положении колец (по шесть проб в каждом случае) (Рис. 1).

**СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЯХ**



**Рис. 1** Пробы отбора грунтов: а – вертикальное положение колец; б – боковое положение колец

Были проведены визуальное изучение и описание выходов лессовидных пород с целью установления условий их накопления, а также осуществлены петрографический анализ ориентированных по вертикали и горизонтали шлифов с использованием поляризационного микроскопа и рентгеноструктурные анализы для выявления минерального состава и микростроения пород. Пробы и образцы лессовидных пород были взяты в трех точках в пределах территории развития нижне-среднечетвертичной краснодубской свиты.

Первая точка представлена обнажением лессовой толщи на водоразделе рек Ини и Берди. Открытая мощность толщи около 5 м. Она сложена лессовидными суглинками светло-желтого цвета, с видимыми невооруженным глазом мелким белым крапом и редкими вертикальными канальцами.

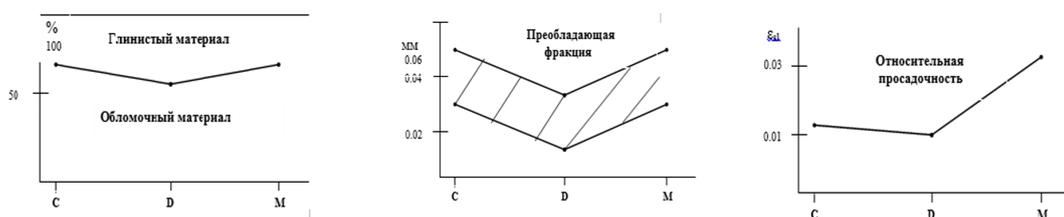
Вторая точка отбора проб находится в карьере кирпичного завода на юго-западной окраине пос. Линево, расположенного на возвышенной части Обь-Бердского междуречья. Это огромный 5...12 метровой глубины котлован, ограниченный обрывами лессовой породы со столбчатой отдельностью.

Третья точка выбрана на левом берегу Обского водохранилища, в 5 км к северу от с. Боровое. Обнажение высотой около 7 м сложено лессовой толщей со слабо выраженной столбчатой отдельностью. Толща пронизана множеством вертикальных прерывистых канальцев сечением 0,1 ... 3 мм.

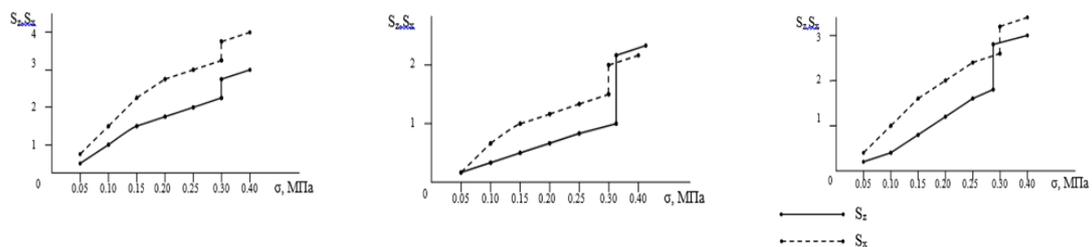
Экспериментальные исследования с целью подтверждения существования и выявления степени деформационной анизотропии грунтов были проведены в уплотнителях системы «Гидропроект». Для определения их деформируемости по взаимно перпендикулярным направлениям пробы были отобраны при вертикальном и боковом положении колец (по четыре пробы в каждом случае). Величина деформаций фиксировалась индикатором часового типа ИЧ-10.

По данным экспериментальных исследований были установлены показатели анизотропии: пробы **С**  $\alpha = 1,34$ ; пробы **Д**  $\alpha = 1,57$  и пробы **М**  $\alpha = 1,85$ .

Полученные результаты экспериментальных и петрографических исследований лессовых пород отражены на графиках (рисунок 2, 3). Как видно из приведенных данных, специфика проявления деформируемости лессовидных грунтов зависит от определяющих их литологических факторов.



**Рис. 2** Литологические показатели и относительная проницаемость лессовидных грунтов



*Рис 3 Деформация грунта по взаимно перпендикулярным направлениям*

Так, пробы под индексами **С** и **М**, имеющие сходный минеральный и гранулометрический состав, а также одинаковое количественное соотношение глинистого и обломочного (алевроитового) материалов (рис. 2), характеризуются похожими рисунками графических кривых деформации грунтов по взаимно перпендикулярным направлениям (рис. 3).

Во всех случаях видна большая деформируемость грунтов в горизонтальном направлении по сравнению с вертикальным. Такое проявление деформации в первую очередь можно объяснить способом укладки минеральных частиц, т.е. особенностями текстурного строения породы.

Проба **М** представляет собой типичный лесс, залегающий на месте своего отложения и сохранивший характерную для него высокую пористость, недоуплотненность. Проба **С** является лессовидным суглинком, обладающим такими структурно-текстурными признаками (наличие заметной слоистости, примесь песчаных обломков и др.), а также несколько большим количеством стойкого к истиранию кварца, которые свидетельствуют об имевшем место переотложении обломочного материала и о их седиментационном уплотнении.

Проба **Д** отличается повышенным (до 45 %) содержанием глинистого материала и более тонкими обломочными частицами. Но особо ее выделяют однородное структурно-текстурное строение и присутствие 10...12 % слюдяного детрита, обладающего своеобразными физико-механическими свойствами, прежде всего сильной упругостью пластинок слюд. Учитывая предпочтительную горизонтальную ориентировку слюд, можно предположить, что именно этот фактор, в совокупности с вышеперечисленными, обусловил более сильную деформацию в этом направлении.

Приведенные факторы деформационной анизотропии лессовых грунтов являются главными и надо полагать, что существуют также более тонкие и сложные связи между их литологическими показателями и физико-механическими свойствами, которые требуют дальнейших исследований.

#### **ВЫВОДЫ:**

Сжимаемость образцов лессовидного грунта, отобранных по двум взаимно перпендикулярным направлениям, различна и зависит от пористости и естественной влажности грунта.

Выявлено, что структурно-текстурные особенности лессовидных грунтов обусловлены условиями их накопления и облессовывания.

Вещественный состав главных компонентов глинистых и песчано-пылеватых частиц лессовидного грунта и их минералогический состав являются одним из факторов, определяющим деформационную анизотропию грунтов.

Микроструктурные исследования подтвердили наличие явно выраженной деформационной анизотропии лессовидных грунтов, а также гипотезу о том, что менее деформируемые связи образуются по направлению.

#### **Литература**

1. Ван А.В., Коробова О.А. О природе деформационной анизотропии лессового грунта. //Изв.вузов. Строительство. – Новосибирск, 2002. - № 11. – С. 111–115.
2. Коробова О.А., Бочарова М.А., Дедина А.В., Латышева А, П., Шестернёва А.А. К методике обработки результатов лабораторных исследований дформационной анизотропии грунтов //Сб. научн. трудов Междунар. научн.-практич. конф. «Теоретические и прикладные вопросы науки и образования»-Ч.1. –Тамбов, 2016. - С.77–80.
3. Коробова О.А., Бирюкова О.А. Лабораторные исследования деформационной анизотропии грунтов при инженерно-геологических изысканиях // Инженерные изыскания. – М., 2012. - № 6.- С. 24–32.

### **ОБОСНОВАНИЕ ГРАНИЦ ЗОНЫ САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ ВОДОЗАБОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ (ФИОЛЕНТОВСКОЕ ШОССЕ, Г. СЕВАСТОПОЛЬ)**

**Ю.А. Деева**

Научный руководитель доцент К.И. Кузеванов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия*

Водозаборный участок гидроузел №19, запущенный в работу 5 сентября 2017 года осуществляет водоснабжение нескольких микрорайонов города Севастополь, в которых ранее наблюдался дефицит в воде, подававшейся не круглосуточно [1]. Поскольку численность населения увеличивается с каждым годом и необходимость в качественной питьевой воде все больше возрастает, запуск гидроузла № 19 решил эти остро стоящие до недавнего времени вопросы. По всем показателям подземные воды на водозаборном участке соответствуют ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая» и после водоподготовки могут использоваться для питьевого и хозяйственно-бытового использования.

В административно-территориальном отношении исследуемый участок находится на юго-западной окраине города Севастополя в Гагаринском районе вблизи бухты Камышовая. Южнее участка изысканий располагаются дачные массивы, западнее, восточнее и севернее городская застройка. Таким образом, исследуемый район приурочен к территории с высоким уровнем хозяйственного освоения, развитыми отраслями промышленного производства, присутствием многочисленных предприятий и соответственно со значительными техногенными нагрузками. Поэтому важным аспектом является выявление всех потенциальных источников загрязнения подземных вод.

В гидрогеологическом отношении описываемая территория приурочена к южной части Альминского артезианского бассейна. Естественные начальные параметры водоносных горизонтов и граничные условия их

## **СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

---

эксплуатации определяются в совокупности геолого-тектоническим строением Гераклейского плато и климатическими условиями территории.

На исследуемом водозаборном участке «Гидроузел №19» на глубину 160 м пробурено 3 скважины (скважина №1 – опытная, №2 и 3 – наблюдательные), абсолютная отметка устья которых составляет 73-77,5 м. Скважины вскрывают два водоносных горизонта: безнапорный в сарматских отложениях и напорный в среднемиоценовых. Первый от поверхности водоносный горизонт, представленный закарстованными желтовато-серыми плотными известняками мощностью 84-86 м, залегает на глубине 70-72 метра. С поверхности отложения сарматского возраста перекрыты современными четвертичными образованиями суглинисто-супесчаного состава, мощностью до 4 м.

Напорный водоносный горизонт в среднемиоценовых отложениях залегает на глубине 114-115 м. Сложен серыми слабо пористыми известняками, песчаниками и кварцевыми гравелитами на карбонатно-кремнистом цементе, мощность которых составляет 43-46 м. По геолого-гидрологическим условиям исследуемого участка воды этого водоносного горизонта относятся к категории защищенных.

Уровень появления подземных вод – сарматского водоносного горизонта 70-72 м, среднемиоценового водоносного горизонта 114-117 м. По фильтрационным свойствам оба горизонта достаточно неоднородны. Их питание происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков и подпитки из ниже- и вышележащих водоносных толщ, разгрузка осуществляется в Черное море.

Вокруг скважин организована зона санитарной охраны в составе трех поясов. Границы I пояса или зоны строгого режима совпадают с площадью водозаборного участка, радиус их окружности, вычисленный аналитическим методом, составляет 16,5 метра, что не соответствует нормативным требованиям (для напорных горизонтов радиус должен составлять 30 метров). Все остальные нормативные требования, предъявляемые к организации зоны строгого режима, выполняются. Размеры II и III поясов ЗСО составляют 331 и 1482 метра соответственно. Так как водозаборный участок окружен плотной городской застройкой, включающей промышленные предприятия, нормативные требования к ограничению хозяйственной деятельности II и III поясов частично не выполняются [2].

Условия водозаборного участка «Гидроузел №19» были схематизированы для целей численного гидродинамического моделирования на основе топографической карты и цифровой модели рельефа. Исходная информация преобразована в однослойную численную математическую модель. В результате решения прогнозной гидродинамической задачи получено поле напоров в границах области фильтрации.

Размеры ЗСО выделенные на модели были сопоставлены с результатами расчета размеров ЗСО при подсчете запасов подземных вод. Таким образом, можно сделать вывод о возможности использования двух конкурирующих методов расчета ЗСО: аналитическом и с использованием численного моделирования. Преимуществом аналитического метода является относительная простота методики расчета в рамках типовой расчетной схемы, а метода моделирования – возможность более точного учета особенностей строения водовмещающей толщи и работы эксплуатационных скважин.

### Литература

1. Запуск гидроузла в Севастополе. [Электронный ресурс]. – URL: <http://fedpress.ru/> (дата обращения 13.02.2018)
2. СанПин 2.1.4.1110-02. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения

## **ПРИРОДНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТАШТАГОЛЬСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ Дмитриева С.А.**

Научный руководитель: Л.А. Строкова

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Таштагольское железорудное месторождение входит в Кондомскую группу железорудных месторождений, располагающихся на юге Кемеровской области. В состав данного месторождения входят Западный, Северо-Западный, Восточный и Юго-Восточный участки. Первые три находятся в пределах городской черты административного центра города Таштагол.

Рельеф района горнотаежный с абсолютными отметками от +420 м до +990 м и более. Относительное превышение водоразделов над речными долинами достигает 400 м.

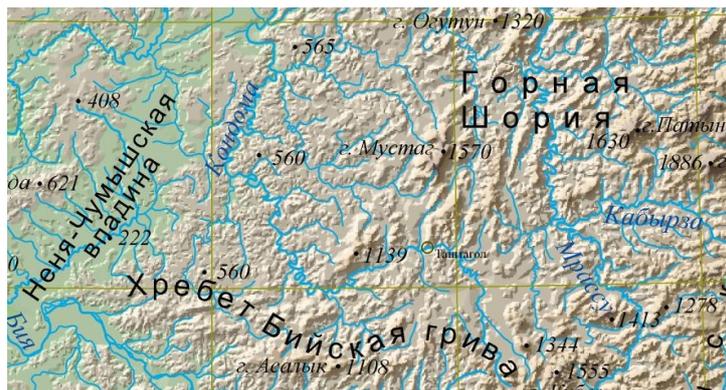


Рис. 1 Орографическая схема (● - Таштагол)

Основной водной артерией, пересекающей район в субширотном направлении, является река Кондома с ее притоками. Река берет свое начало в горах, питается преимущественно за счет поверхностных вод; полноводность зависит от количества выпадаемых осадков. Интенсивное нарушение растительного покрова и, в первую очередь, вырубка горных лесов постепенно и неуклонно приводит к уменьшению полноводности, усилению поверхностного стока. При этом дождевые и талые воды быстро скатываются в реку, образуя разрушительные паводки, а уровень грунтовых вод понижается [1]. Климат района резко континентальный с коротким умеренно жарким летом и продолжительной зимой с обильными снегопадами и буранами. Среднегодовое количество осадков достигает 800-1200 мм.

Таштагольское железорудное месторождение разрабатывается с 1941 г, хотя было открыто в 1931 г охотником Скворцовым. Месторождение является одним из самых крупных железорудных месторождений в Кондомском районе. Месторождение глубинного типа, рудная зона расположена в северо-западном направлении и уходит под реку Кондома на глубину примерно 600-900 метров от земной поверхности. Также нужно отметить уникальность качественного состава руды, добываемой на Таштагольском месторождении. Руды легкообогатимые и легкоплавкие, с минимальным содержанием вредных примесей и высоким (до 60 %) содержанием железа.

Основу геологического строения Кондомского района Горной Шории составляет сложный комплекс древних эффузивов, разделяемых большинством исследователей на две толщи. В основании верхней толщи в Таштагольском районе представлены туфоконгломераты с галькой порфиритов, фельзитов, песчаников, известняков. Сиенитовая интрузия в пределах Таштагольского месторождения проявляется лишь в виде небольших акмолитообразных тел. Сиениты данного района неоднородны по составу и структуре. По данным прошлых исследований основным породообразующим минералом сиенитов является калиевый полевой шпат и альбит, затем идут роговая обманка и биотит. Содержание кварца в основном незначительное. В некоторых количествах почти всегда присутствуют мусковит, хлорит, эпидот, кальцит и некоторые другие вторичные минералы [6]. Породы Таштагольского массива очень неоднородны по составу. Среди них выделяются сиениты, кварцевые сиениты, сиенит-порфиры, микросиениты и микросиенит-порфиры. Последние три типа чаще всего проявляются в виде жил.

Основу геологического строения рудного поля данного месторождения составляет комплекс метаморфических пород, являющихся так называемой таштагольской метаморфической толщей. В составе данного комплекса представлены серицито-полевошпатовые, хлоритовые, хлорито-серицитовые сланцы, туфосланцы, туфопесчаники и т. п. Также среди данного комплекса встречаются горизонты известняков, сыгравших главную роль в расшифровке геологического строения и генезиса месторождения, так как рудные тела последнего приурочены к этим горизонтам [6]. Сиенитовые породы в районе месторождения слагают два небольших тела акмолитоподобной формы, вытянутые в северо-западном направлении. Рудные тела месторождения приурочены к северной части северо-западного сиенитового тела. Из других типов интрузивных горных пород здесь развиты дайки микродиоритов, диабазов и микросиенит-порфиритов, а также роговообманковые и роговообманково-пироксеновые диоритовые порфириды. Скарны, образовавшиеся на месте карбонатосодержащих пород, распространены намного меньше, чем на Шерегеше и Шальме, и имеют только гранатовый состав. Магнетитовые руды отличаются высоким содержанием железа при крайне незначительном содержании вредных примесей. Из более поздних гидротермальных образований широко распространены гематит, эпидот, кварц и хлорит, в основном развивающиеся по гранатовым скарнам.

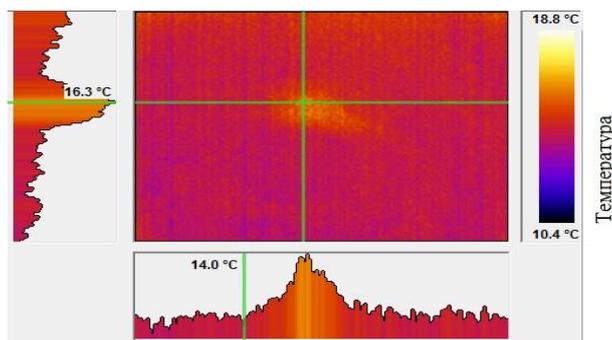
В пределах рудного поля наблюдается целая система трещинных зон меридионального, широтного, северо-западного и частично северо-восточного направлений. Данные зоны в основном заложены до оруденения и в последующем оказали существенное влияние на пространственное размещение и морфологию рудных тел. Последние приурочены к участкам пересечения дорудными трещинными зонами восточного карбонатного горизонта с избирательным послынным замещением его магнетитом. В пределах месторождения известны рудные тела, залегающие целиком внутри сиенитов и образованные за счет метасоматического замещения останцев карбонатных пород, которые внутри сиенитового интрузива, по данным Г. Л. Поспелова и С.С. Лапина, вытягиваются прерывистой цепочкой по простиранию и падению карбонатного горизонта, образуя так называемые «просвечивающие структуры» [6]. Форма рудных тел линзообразная, неправильная. Многие из них по простиранию кулисообразно заходят друг за друга. В некоторых случаях с глубиной площадь сечения рудных тел увеличивается. Зачастую можно наблюдать, что после выклинивания одной серии рудных тел, на глубине появляется ряд новых

**СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЯХ**

---

«слепых» рудных тел. На месторождении широко развиты многочисленные трещины-отдельности, зоны смятия и дробления, вдоль которых кое-где накладывается молодая сульфидная и кварц-карбонатная минерализация.

27-30 октября 2017 года я присутствовала при проведении натурных исследований на породном массиве шахты Таштагольского рудника. Замеры температуры ИК-свечения поверхности горных пород и в скважинах горных выработок проводились с использованием тепловизора IRISYS IRI 4010B, имеющего порог температурной чувствительности не менее 0,15° С. Объектом исследований были скважины в забоях горных выработок Таштагольского железорудного месторождения.



**Рис. 2 Инфракрасное свечение скважины и породы**

На рис. 2 в инфракрасном диапазоне показано изображение свечения забоя выработки горных пород с выделяющейся разгрузочной скважиной. Измерения методом ИК-термографии показали, что повышенная температура свечения скважин всегда наблюдается в местах массива горных пород, находящихся под нагрузкой, вызванной особенностями отработки рудного тела, при проходке ортов и штреков, вблизи зон обрушения, сдвижения и т.д. [2, 7]. Таким образом, инфракрасное свечение скважин отображает процесс подготовки разрушения и протекание данного процесса в определенном напряженно-деформированном объеме породного массива. Основываясь на этом, можно эффективно использовать инфракрасную термографию для определения мест с достаточно высоким значением напряженно-деформированного состояния массива горных пород, а также выявлять места установки регистраторов электромагнитных сигналов типа РЭМС1 [3] и РЭМАС1 [4], что и было сделано в шахте в данный период времени. Затем по параметрам электромагнитных сигналов и характеристикам электромагнитной эмиссии возможно определять зону и направленность развития геодинамических событий и делать краткосрочный прогноз их проявления.

Выявление участков породного массива, находящихся в повышенном напряженно-деформированном состоянии, позволит существенно снизить количество используемых регистраторов электромагнитных сигналов. Это повысит эффективность прогноза развития и проявления геодинамических событий после технологических взрывов в массиве горных пород и при проведении очистных работ во время вывоза руды и вмещающих пород на поверхность. Кроме того, ИК-термометрию можно результативно использовать для определения этапов развития разрушения образцов горных пород и других твердотельных материалов, в том числе со сложной структурой [2].

#### Литература

1. Бабин Г.А., Гусев Н.И., Юрьев А.А. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Алтае-Саянская. Лист N-45 – Новокузнецк. Объяснительная записка. – СПб.: картфабрика ВСЕГЕИ, 2007. 665 с.
2. Беспалько А.А., Яворович Л.В., Моисеев С.В. Исследование напряженно-деформированного состояния массива горных пород методом ИК-радиометрии, *Вестник науки Сибири (электронный ресурс)*. – 2012. – № 3 (4). – с. 74–79.
3. Беспалько А.А., Федотов П.И., Яворович Л.В. Регистратор электромагнитных и акустических сигналов для контроля прочности и разрушения материалов и массивов горных пород, *Известия Томского политехнического университета*, – 2008. – Т.312. – №2. – с. 255–258.
4. Бомбизов А.А., Беспалько А.А., Лоцилов А.Г. Автономный регистратор электромагнитных и акустических сигналов для мониторинга шахтных сооружений, *Приборы и техника эксперимента*, – 2013. – №1. – С.141–143.
5. Беспалько А.А., Штирц В.А., Чулков А.О., Яворович Л.В. Моделирование Инфракрасного свечения отверстий в горных породах.
6. Вахрушев В.А. Вопросы минералогии, геохимии и генезиса железных руд Кондомского района Горной Шории (Западная Сибирь). Новосибирск 1959
7. Лобанова Т.В. Сдвижение горных пород Таштагольского месторождения как отражение геодинамических процессов, *Вестник Сибирского государственного индустриального университета*. – 2012. – №1. – С.16–22.

**ОЦЕНКА ДЕФОРМАЦИЙ ИСТОРИЧЕСКОГО ЗДАНИЯ В ТОМСКЕ С ПОМОЩЬЮ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ И КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

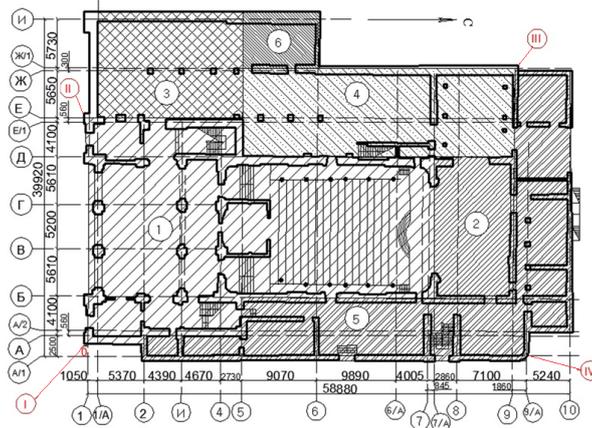
**Е.А. Епифанова**

Научный руководитель профессор Л.А. Строкова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В работе освещено изучение инженерно-геологических условий территории при реконструкции Томского театра юного зрителя. Особенности реконструкции сооружения связаны с непрекращающимися деформациями основания, сложностью режима подземных вод, нарушением природного сложения грунтового массива и физико-механических свойств. Это потребовало актуализации расчетной модели для оценки напряженно-деформированного состояния грунтового основания.

Здание (ТЮЗ) расположено по пер. Нахановича, 4 (бывший переулок Ямской до 20.05.1920 г.), Площадка непосредственно примыкает к защитной дамбе г. Томска, находится на правом берегу р. Томь южнее устья р. Ушайки.

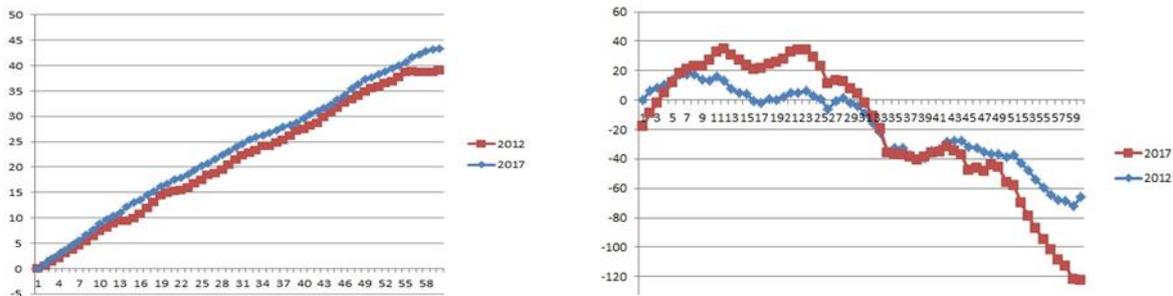


**Рис. 1** Схема плана по периодам строительства:

1 - постройка 1912 года - бывший кинотеатр "Новый", выполненный по проекту архитектора А. Лангера; 2 – граница постройки 1937 года - пристраивается сцена; здание функционирует как театр; 3...6 - границы постройки после реконструкций 50-х годов (точные даты не установлены); I-IV – углы здания, взятые для расчета деформаций

Лазерное сканирование здания для оценки деформаций проводилось с 7 станций, данные с которых сшивались в единое облако точек в программном комплексе Cyclone. После создания единого облака точек объекта выбиралась условная «нулевая» точка отсчета координат (0, 0, 0) для данного объекта. Условием определения направления осей точки отсчета являлось совпадение оси X и всех начальных («нулевых») пикетов направляющих осей, по которым велись наблюдения. Набор точек направляющей оси проводился через 10 см на высоту 6 м в результате построения секущей плоскости, перпендикулярной направлению оси. Полученный набор точек экспортировался в программу MS Excel для построения графиков геометрических параметров направляющей оси стены.

Выполнение деформационного мониторинга сооружения при помощи наземного лазерного сканирования позволяет выявить деформации по заданным плоскостям, что недоступно для традиционных методов наблюдения. Путем сравнения отсканированной модели здания с проектными или условно эталонными плоскостями можно получить отклонения каждой внешней стены или здания в целом от исходной формы. В данном исследовании для оценки деформаций здания был применен метод проекций стен на вертикальные плоскости. В программном комплексе Cyclone с помощью компьютерного моделирования в облако точек здания по четырем углам были вписаны условные направляющие, по которым определялись отклонения углов здания в 2012 и 2017 годах.



**Рис. 2** Отклонения в плане и по вертикали угла: I (a и b)

## СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Для оценки деформаций грунтового основания проводилось моделирование в программном комплексе Plaxis. Грунтовый массив размером длиной 70 м, мощностью 25 м представлен в виде 2D – модели на рис. 3. После построения геометрической модели и задания свойств грунта PLAXIS автоматически сгенерирована сетка конечных элементов из 986 неправильных треугольных 15–узловых элементов. При расчете конечного элемента смещения рассчитываются по узлам, напряжения – в 11832 интегральных точках Гаусса (или точках напряжения). Вертикальная нагрузка от веса наземной части здания принята 90 кН/м. [1]

Для материала фундаментов использовалась упругая модель (Plaxis). Были использованы следующие параметры: удельный вес - 25 кН/м<sup>3</sup>, коэффициент Пуассона 0,25. Для оценки поведения минеральных грунтов использована упругопластическая модель с изотропным упрочнением Hardening Soil Model (Plaxis).

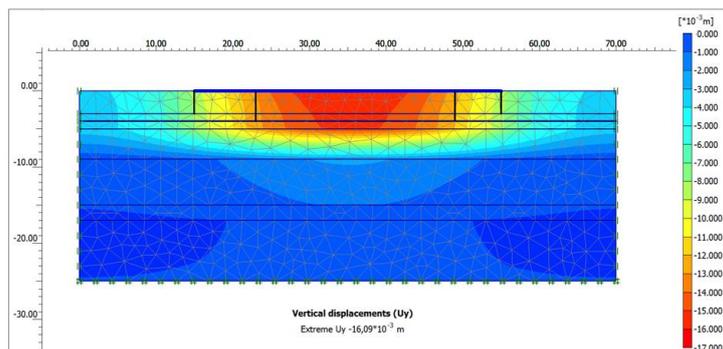


Рис. 3 Сетка конечных элементов

Расчеты заключались в определении вертикальных и горизонтальных перемещений грунтового основания от массы надфундаментной части. Моделирование процесса нагружения опоры осуществлялось с помощью опции расчета Staged construction. Эта опция позволяет активировать или деактивировать вес, жесткость и прочность выбранных компонентов конечно-элементной модели. Выполнено сравнение результатов моделирования с пространственно-координатным положением конструкций, установленном при лазерном сканировании.

Результаты исследований и их обсуждение

Сохранение исторических объектов является сложной задачей для инженеров, т.к. часто отсутствуют исходные данные по геологии, проектным решениям, имеются ограничения при отборе образцов строительных материалов и грунтов для более точного определения их физико-механических свойств. Кроме того, анализ литературы по данной тематике [2] показывает, что, как в нашей стране, так и за рубежом в настоящее время базис инженерно-геологических исследований исторических объектов только формируется в области теории, методов, нормативно-правового обеспечения этой деятельности.

Представлены две основные темы, представляющие интерес для данного исследования: (1) значимость методов лазерного сканирования для получения правильных данных по деформациям конструкции и (2) влияние геологических факторов на размещение деформаций в наземной части сооружения.

Применение наземных лазерно-сканирующих систем дало возможность произвести тотальную съемку объекта с высокой степенью плотности съемочных точек, построить векторные обмерные чертежи, точно определить деформации наземной конструкции. Совместное рассмотрение геологического разреза и систем трещин, полученных при помощи наземного лазерного сканирования в 2012 и 2017 гг., свидетельствуют о том, что наземная конструкция деформируется по диагонали, параллельно направлению бровки первой надпойменной террасы, вдоль реки Томь. Трехмерная модель позволила определить направление максимальных деформаций здания, что затруднительно при обычной съемке объекта.

Деформации наземной части здания являются неравномерными, поэтому, недопустимо связывать их с только уплотнением грунтов основания. Кроме того, деформации продолжаются и после выполнения капитального ремонта здания 2012 г., когда трещины и деформации были спрятаны за косметическим слоем и к настоящему времени раскрылись вновь.

Неравномерность деформаций, на наш взгляд, можно объяснить тремя факторами. Во-первых, ключевую роль в неравномерности осадок здания играет геоморфологические особенности участка. Совместное рассмотрение ориентировки здания и деформаций, полученных при помощи наземного лазерного сканирования в 2012 и 2017 гг., свидетельствуют о том, что наземная конструкция деформируется по диагонали, параллельно направлению бровки первой надпойменной террасы, вдоль реки Томь. Вероятно, такое расположение можно объяснить суффозионными и эрозионными процессами внутри грунтового массива при изменении уровней подземных и поверхностных вод в р. Томи и Ушайки.

Во-вторых, неравномерность деформаций, и это подтвердило моделирование напряженно-деформированного состояния грунтового массива, связана с разной глубиной опирания основного здания и пристроек. По результатам лазерного сканирования объекта в 2012 и 2017 гг. установлено, что сгущение деформаций наблюдается в зоне сочленения основного здания и пристроек с западной и восточной сторон здания. Максимальные расчетные значения вертикальных перемещений грунтового массива составили 12,71 мм,

горизонтальных – 1,72 мм. Расчетные значения вертикальных перемещений грунтового массива основного здания без пристроек составили 11,49 мм, горизонтальных – 1,71 мм. Поэтому концентрация деформаций в зоне сочленения пристроек и основного здания связана с пристройками, разной глубиной заложения их фундаментов.

В-третьих, продолжающие во времени деформации, вероятно связаны с ползучестью органоминеральных грунтов мощностью до 2 м, вскрытых тремя скважинами в непосредственной близости от здания. Моделирование ползучести грунта проводилось заданием дополнительных параметров для слоя, залегающего на глубине 3...5 м (модифицированный коэффициент компрессии  $\lambda^*=0,105$ , модифицированный коэффициент набухания  $\kappa^*=0,015$ , модифицированный коэффициент ползучести  $\mu^*=0,004$ ), собранных по литературным источникам из-за отсутствия данных по геологии участка в сфере взаимодействия. Приращения вертикальных и горизонтальных перемещений с учетом ползучести органоминерального грунта составили соответственно +3,38 и +0,17 мм в год.

#### Литература

1. Plaxis. Material Models Manual. 2016. – 216 с.
2. Sternberg H. Deformation measurements at historical buildings with terrestrial laserscanners / IAPRS Dresden 25-27 September 2006. – 2006. –Vol. 36. – Part 5. – P. 303–308.

### ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИРОДНЫХ ВОД МАЛО-ТАРЫНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (РЕСПУБЛИКА САХА)

**А.Д. Еркинбеков, Е.А. Филимоненко**

Научные руководители доктор геолого-минералогических наук Е.М. Дутова,

доктор геолого-минералогических наук Е.Г. Язиков

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Мало-Тарынское золоторудное поле расположено в Оймяконском районе Якутии в 70 км южнее пгт. Усть-Нера. Территория рудного поля расположена в пределах Адыча-Оймяконского мелкогогорья на восточном окончании Курдатского поднятия. Территория рудного поля характеризуется среднегорным, средне расчленённым рельефом; развитием многолетней мерзлоты; резко континентальным климатом.

Мало-Тарынское рудное поле входит в состав рудно-россыпного узла Адыча-Тарынской золотоносной зоны Яно-Колымской золотоносной провинции, Верхояно-Колымской складчатой области, которая является самой перспективной территорией России для развития золотодобывающей отрасли. В 40-60 годы XX века на территории Мало-Тарынского рудного поля велась подземная отработка россыпей золота, в более поздние годы россыпи обрабатывались открытым раздельным способом. В настоящее время на территории рудного поля планируется добыча коренного золота открытым горным способом. В связи с этим на территории Мало-Тарынского рудного поля ведутся комплексные поисковые, геолого-оценочные, а также эколого-геохимические и другие виды работ. В летние сезоны 2016 и 2017 гг. на территории Мало-Тарынского рудного поля производились гидрогеохимические исследования для решения задач поисковой и экологической направленностей. В настоящей работе обсуждаются результаты, полученные в рамках гидрогеохимических исследований, проведенных в 2016 г.

Гидросеть района относится к бассейну реки Малый Тарын – правого притока р. Индигирка. В пределах рудного поля водотоки представлены мелкими ручьями протяжённостью от 2 до 15 км с шириной русел 2-10 м, глубиной 0,1-0,5 м, скоростью течения 1-2 м/с, с расходом воды 0,2-2,0 м<sup>3</sup>/с. Наиболее крупными из притоков Малого Тарына являются ручьи Курдат, Эгелях, Маскыл.

Отбор проб воды в рамках проведения гидрогеохимических исследований производился в истоках и устьях правых ручьев-притоков р. Малый Тарын (руч. Ненадежный, Кус-Юрие, Маскыл, Эгелях, Зеленый, Голубичный и Пологий) и из устья левого притока – руч. Курдат. При наличии признаков прошлых отработок россыпей золота в руслах ручьев отбор проб воды осуществлялся ниже по течению относительно таких нарушенных ландшафтов. Отбор проб воды из р. Малый Тарын производился в 500 м выше по течению от границы Мало-Тарынского рудного поля и в границах рассматриваемой площади в точках, расположенных в 100-300 м ниже по течению относительно прудов-отстойников, сформированных в результате прошлых отработок россыпей золота на изучаемой территории. Отбор проб воды осуществлялся в строгом соответствии с нормативными документами – ГОСТ 31861-2012 и ГОСТ Р 52.24.353-2012. Лабораторно-аналитические работы по установлению химического и элементного составов образцов природных поверхностных вод производились в аккредитованной «Проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии НОЦ «Вода»ТПУ» с применением высокочувствительных методов анализа (в том числе MS-ICP, ионная хроматография и др.) по аттестованным методикам. Общее количество отобранных и проанализированных проб природных поверхностных вод на территории Мало-Тарынского рудного поля составило 27 образцов (21 проба из ручьев, 6 проб из р. Малый Тарын).

По результатам исследований установлено, что поверхностные природные воды Мало-Тарынского рудного поля относятся к нейтральным (рН от 6,5 до 7,5), ультрапресным (минерализация менее 100 мг/дм<sup>3</sup>) и очень мягким (общая жесткость менее 1,5 ммоль-экв./дм<sup>3</sup>) водам. Воды ручьев относительно воды р. Малый Тарын характеризуются повышенной жесткостью, минерализацией и уровнями содержания в них основных ионов (таблица).

Согласно составленным формулам Курлова воды ручьев (1) и р. Малый Тарын(2) являются гидрокарбонатно-сульфатными магниевыми-кальциевыми. Фоновые природные воды Верхнеиндигирского района по своему составу являются гидрокарбонатными, а наличие повышенных концентрации сульфатов в водах проявляется

**СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЯХ**

на участках сульфидизации пород в пределах зон рудной минерализации [1], что и установлено для вод Мало-Тарынского рудного поля.

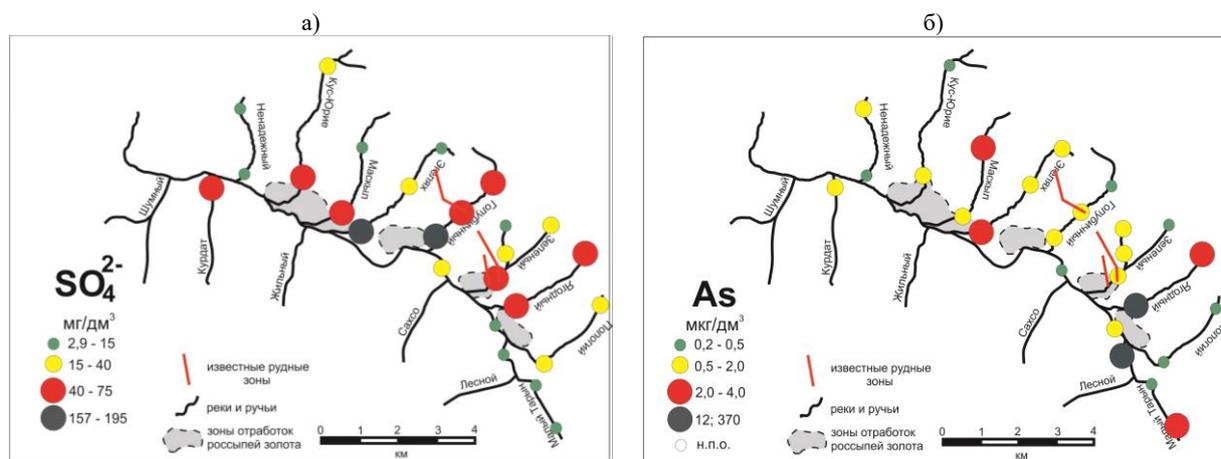
$$S3,8 \text{ CO}_2 4,7 \text{ M}94 \frac{SO_4 69 \text{ HCO}_3 30}{Ca 53 \text{ Mg} 42} \text{ pH} 6,9 \text{ T}5,5 \quad (1)$$

$$S3,8 \text{ CO}_2 4,7 \text{ M}94 \frac{SO_4 70 \text{ HCO}_3 28}{Ca 46 \text{ Mg} 42 (\text{Na} + \text{K}) 12} \text{ pH} 6,6 \text{ T}11,5 \quad (2)$$

**Таблица**

**Некоторые гидрогеохимические показатели качества природных поверхностных вод на территории Мало-Тарынского рудного поля**

Показатель	Единицы измерения	Средние содержания (количество проб)		
		Ручьи (21)	р. Малый Тарын (6)	Все водотоки (27)
pH	единиц pH	6,9±0,1	6,6±0,1	6,8±0,1
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	16,9±4,7	6,5±1,1	13,7±3,8
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	31,0±10,3	13,0±4,9	25,6±8,4
Общая жесткость	мг-экв./дм <sup>3</sup>	1,0±0,3	0,4±0,1	0,8±0,2
Минерализация	мг/дм <sup>3</sup>	72,0±18,6	28,0±7,9	58,4±15,3
Ca <sup>2+</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	11,0±3,6	4,0±1,3	8,8±2,9
Mg <sup>2+</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	5,5±1,4	2,2±0,8	4,5±1,1
As	мкг/дм <sup>3</sup>	0,62±0,23	0,85±0,30	0,63±0,19



**Рис. 1** Схема распределения содержаний сульфат-иона(а) и мышьяка(б) в природных поверхностных водах на территории Мало-Тарынского рудного поля

Аналогично сульфат-иону, который является «маркером» контакта природных поверхностных вод с зонами сульфидной минерализации, мышьяк входит в типоморфный комплекс химических элементов золоторудных месторождений Верхнеиндигирского района, формирующих контрастные потоки рассеяния месторождений золото-кварцевой малосульфидной формации, в том числе и в природных поверхностных водах.

По данным анализа пространственного распределения содержания сульфатов и мышьяка в поверхностных водах на территории Мало-Тарынского рудного поля установлено, что их концентрации характеризуются высокой вариабельностью. Различия между максимальными и минимальными содержаниями составляют 67,2 раз для сульфатов и 1700 раз для мышьяка. Выявлена закономерность увеличения концентрации сульфат-иона от истока к устьям ручьев в 9–10 раз (рисунок 1). При этом в поверхностных водах ручьев, пересекающих зону локализации рудных тел (руч. Зеленый и Голубичный), средняя концентрация сульфатов в 1,6–1,8 раз выше относительно остальных изученных водотоков Мало-Тарынского рудного поля.

В целом наиболее повышенные концентрации сульфатов и мышьяка отмечаются в образцах природных вод, отобранных в южной части рудного поля, однако значимой положительной корреляции между уровнями их содержаний не установлено. Это, вероятно, может быть связано с наличием техногенной трансформации территории и, как следствие, наложением техногенных аномалий на природные потоки рассеяния.

Установленные уровни содержания мышьяка в поверхностных водах Мало-Тарынского рудного поля в целом согласуются с данными о среднем содержании мышьяка в природных поверхностных и подземных водах

Якутии, которое, как правило, составляет около 1-2 мкг/л, но может повышаться на 2-3 порядка в загрязненных районах или там, где уровни мышьяка в почве очень высоки [1].

Таким образом, проведенные исследования на территории Мало-Тарынского рудного поля, позволили установить основные гидрогеохимические параметры природных поверхностных вод и зафиксировать особенности их состава, обусловленные минералого-геохимическими характеристиками территории.

*Работа выполнена в рамках Договора между ООО «Бозулавец» и Национальным исследовательским Томским политехническим университетом №1-38/16 от 01.06.2016 г.*

#### Литература

1. Макаров В.Н. Геохимия окружающей среды Верхнеиндигирского золотоносного района // Наука и образование. 2008. № 4. С. 45–48.

### ОСОБЕННОСТИ ДВУСТОРОННЕГО ВЛИЯНИЯ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ И Р.АМУР

**А.А. Журавлев, М.И. Афанасьева**

Научный руководитель, к.б.н. А.П. Неудачин

*Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск, Россия*

Одной из главных проблем крупных городов, располагающихся в непосредственной близости от рек, является загрязнение природных вод и ухудшение качества воды для хозяйственно-бытовых нужд и рыбохозяйственной деятельности различными загрязняющими веществами, не последнюю роль в загрязнении играет антропогенное воздействие.

Качество воды является важнейшим показателем и качества жизни населения. Вода может являться, как фактором ухудшения здоровья, так и его улучшения. Например, в г. Хабаровск проводится оценка качества природной воды на регулярной основе, но не ведется учет качества сточных вод не по предприятиям, а по водотокам, которые протекают в черте города. Город же в ходе своей деятельности и деятельность его жителей, различных производственных предприятий, сельскохозяйственного воздействия и т.п. является источниками загрязнения прибрежной зоны.

Прибрежная зона – часть суши, находящаяся в близости рек, озер, морей, океанов, которая имеет прямой контакт с водой (например, явление прилива) и (или) имеющая косвенный контакт с водой, посредством переноса веществ.

Таким образом, целью данной работы было изучение взаимного воздействия прибрежной зоны и реки, т.к. явление взаимного загрязнения слабо изучены. Нами был произведен сбор данных об экологическом состоянии центральной набережной г. Хабаровска в различные периоды года в отношении ТБО и других отходов.

Первый сбор ТБО производился нами в начале октября 2017 года, на территории центральной набережной г. Хабаровска, общая протяженность пути (без учета различных уровней) составила свыше 2 км, в результате чего были получены следующие данные: собрано шесть неполных 120-литровых полиэтиленовых мешков с мусором, из которых 5 весили 6 и более 6 кг (до 10) и последний 4,5 кг. В общей сложности мусора было собрано свыше 40 кг. Качественный состав был разнообразным, от сигаретных пачек, до всевозможной тары. Основной объем занимали различные пластики, в виде бутылок, пробок, упаковок и т.д. Следующим основным загрязнителем по массе являлось стекло, как правило, это различная стеклянная тара и ей бой. Металлические объекты встречались реже, но составляли заметную долю массы мусора. Также были собраны и экологически менее агрессивные бумажно-картонные включения.

Второй сбор ТБО производился в конце декабря 2017 года, маршрут был прежним. Из-за снежного покрова не представлялось возможным произвести изъятие с прибрежной зоны всех ТБО, изъятие производилось с поверхности снежного покрова. Было собрано два 120-литровых полиэтиленовых мешков, один 5,5 кг, другой 2,0 кг. Состав мусора в зимний период года был представлен преимущественно различными пластиками и упаковками от продуктов питания, представленные в виде бутылок, этикеток, пробок и т.д., незначительную часть составляли металлические вкрапления, а также стеклянная составляющая ТБО. Также стоит отметить, что в зимний период года активно производится чистка прибрежной зоны (пешеходные дорожки) от снега, а снег сваливается в сторону реки, таким образом происходит отложенный по времени перенос различных загрязняющих веществ с береговой зоны непосредственно в реку, а с весенним таянием снега и льдов будет происходить растворение (эмиссия) и повышение концентраций этих веществ в акватории р. Амур.

Раньше, где-то до середины XX века, на месте Амурского и Уссурийского бульваров протекали речки, называвшиеся по фамилиям хабаровских купцов – Чердымовка и Плюснинка. Потом они «ушли» в коллекторы под землю и появляются только при впадении в Амур. Речек как таковых уже нет, а названия остались. Какая и чья вода течёт по этим подземным стокам, наверное, не знает никто, фотографии стоков этих рек изображены на рисунках 1 и 2.

**СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЯХ**



*Рис. 1 Сток реки Чердымовка*



*Рис. 2 Сток реки Плюснинка*

Вопросы интерпретации результатов исследования качества окружающей среды прежде всего в условиях урбанизированных территорий с точки зрения достоверности и воспроизводимости результатов сложны и неоднозначны. Государственные службы в составе, прежде всего, Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации имеют длинные ряды наблюдений. Это, безусловно, с точки зрения статистики дело хорошее, но один даже очень экстренный выброс-сброс не скажется на среднем результате. А других данных и сведений в открытом доступе обычно не найти.

*Таблица*

***Химический состав воды р. Амур (2011 г.), бассейна р. Амур (2014 г.), сточных вод в районе набережной им. Г.И. Невельского (2017 г.), мг/дм<sup>3</sup>***

Показатель	Река Амур (5 км ниже Хабаровска), 2011 г. [1]	Бассейн р. Амур, 2014 г. [2]	Амурский б-р (р. Чердымовка)	Уссурийский б-р (р. Плюснинка)	ПДК <sub>вр</sub>
pH	7,51	-	7,40	8,27	6,5-8,5
Na <sup>+</sup>	17,9	-	17,6	39,5	120
K <sup>+</sup>	(сумма)	-	4,3	10,4	50
Ca <sup>2+</sup>	9,1	-	34	70	180
Mg <sup>2+</sup>	2,81	-	8,2	24	40
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	59,2	-	106	299	-
Cl <sup>-</sup>	3,2	4,65	32	53,1	300
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	16,3	15,9	24	22	100
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,32	0,62	7,41	2,38	0,5
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,008	0,011	0,41	0,22	0,08
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,19	0,33	2,05	3,6	40
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,017	-	0,77	0,08	0,2
Fe <sub>раст</sub>	0,266	0,4	<0,02	0,058	0,1
НП	0,034	0,03	0,2155	0,136	0,05
АСПАВ	0,014	0,01	0,031	0,115	0,1
М	109	109	241,9	532,0	-

*Примечания: прочерк – данные отсутствуют; курсив – результаты носят предварительный характер; НП – нефтепродукты; АСПАВ – анионные синтетические поверхностно активные вещества; М – минерализация (сумма ионов).*

Исследования, проводимые негосударственными структурами, обладают рядом иных недостатков: как правило, это – отсутствие аккредитации у испытательного центра (лаборатории), короткие ряды наблюдений и небольшое количество публикаций, зачастую невнятные программы наблюдений, различия в перечнях наблюдаемых показателей и другие. Вот и в нашем случае мы сравниваем «длинные» результаты Росгидромета с единичными данными наших исследований. С методической точки зрения это выглядит достаточно сомнительно. Но в рамках нашей задачи правомерно и, к сожалению, безальтернативно. Анализ сточных городских вод проводился по аттестованным методикам (ПНД Ф), результаты отражены в таблице.

Результаты, взятые в ежегодниках [1, 2] близки. Из них следует, что ПДК для рыбохозяйственных водных объектов превышаются, как правило, для таких компонентов как железо и аммонийный азот. С высокой степенью вероятности можно предположить, что это результат природно-климатических особенностей бассейна реки Амур и к антропогенному загрязнению имеет очень малое отношение.

Малые городские водотоки центра города значительно более минерализованы и, несмотря на то, что имеют, на первый взгляд, такой же гидрокарбонатно-кальциево-натриево-магниевый состав обладают рядом существенных

отличий. Прежде всего, это высокие содержания биогенных ионов, нефтепродуктов и (в одном случае) АСПАВ. Наблюдённые концентрации могут превышать ПДК до 15 раз. Да, малый расход водотоков не может заметно повлиять на экосистему всего Амура, но способен оказать негативное воздействие в городской черте. Особо пристальное внимание рекомендуется уделять поведению ионов аммония, содержание которого в амурских водах высоко и для фоновых участков. Следует также ожидать усиления евтрофикации в береговых зонах Хабаровска и его пригородов, и, следовательно, изменения кислородного режима водотоков, чему также способствует и значительное содержание нефтепродуктов.

Микробиологические исследования нами не проводились, но следует предполагать неблагоприятное состояние в прибрежных городских акваториях и по этим показателям. На основе проделанной работы и полученных данных, можно сделать вывод, что очевидно в прибрежной зоне происходит обмен веществом и энергией, в следствие чего происходит загрязнение реки, но это влияние либо незначительное и охватывает лишь городской округ, либо нет достаточно сведений о всех источниках антропогенного воздействия, суммарный эффект может оказывать значительное воздействие, для этого требуется активное участие государственных органов по мониторингу сточных вод в городской черте.

#### Литература

1. Ежегодник качества поверхностных вод и эффективности проведённых водоохранных мероприятий на территории деятельности ФГБУ «Хабаровский ЦГМС-РСМЦ» (Хабаровский край, ЕАО) и ФГБУ «Амурский ЦГМС» (Амурская область) за 2011 год – Хабаровск: Изд-во ФГБУ «Хабаровский ЦГМС-РСМЦ», 2012. – С. 27–29.
2. Качество поверхностных вод Российской Федерации. Ежегодник 2014 – Ростов-на-Дону: Изд-во ФГБУ «Гидрохимический институт», 2015. – 529 с.

### **ОБОСНОВАНИЕ ЗОНЫ САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ ВОДОЗАБОРА ДЕТСКОГО ЛАГЕРЯ «ОРЛЕНОК» БЕРЕЗОВСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

**Ю.П. Зайцева**

Научный руководитель доцент К.И. Кузеванов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет г. Томск, Россия*

Охрана источников питьевого водоснабжения от загрязнения и истощения всегда являлась актуальной проблемой. Однако в последнее время, характеризующееся бурным развитием всех отраслей промышленности и сельского хозяйства, она становится еще более актуальной и вместе с тем гораздо более сложной. Это объясняется как увеличением числа потенциальных источников загрязнения, так и появлением новых видов загрязнителей.

Охрана подземных вод от загрязнения представляет собой сложную задачу, что связано с необходимостью не столько заранее обнаружить, сколько своевременно предупредить возможность поступления загрязнителя в водоносный пласт. В противном случае загрязнение подземных вод обнаруживается с запаздыванием, и его ликвидация становится сложной, дорогостоящей, а порой и просто нерешаемой задачей. Поэтому охрана водозаборов подземных вод должна предусматривать разнообразные профилактические и другие защитные мероприятия, в числе которых является важнейшей организация зон санитарной охраны водозаборов.

Рассматриваемый участок располагается на границе двух тектонических структур: Барзасского выступа и Конюхтинской антиклинали, осложняющих западное крыло Кузнецкого Алатау. Водозаборной скважиной эксплуатируется водоносный комплекс верхнедевонских морских и лагунно-континентальных отложений франского и фаменского ярусов (D<sub>3fr</sub>+D<sub>3fm</sub>).

Водоносный комплекс в районе расположения водозаборной скважины представлен известняками серыми, трещиноватыми крепкими и известняками окварцованными. Глубина залегания кровли водовмещающей зоны составляет 4,0 м. По условию залегания воды напорные, статический уровень в скважине установился на глубине 1,0 м.

Питание подземных вод преимущественно местное, инфильтрационное за счет атмосферных осадков, областями разгрузки служит местная гидросеть. По составу воды гидрокарбонатно-кальциевые, кальциево-магниево-с магниевой минерализацией 0,4-0,6 г/л, жесткость вод колеблется от 4 до 6,5 мг-экв/дм<sup>3</sup>, рН – от 5 до 7,9.

Основной целью создания и обеспечения специального режима хозяйственной деятельности в зонах санитарной охраны, согласно СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения» является санитарная охрана от загрязнения источников водоснабжения и водопроводных сооружений, а также территорий, на которых они расположены [2].

Зоны санитарной охраны организуются в составе трех поясов. Первый пояс - пояс строгого режима включает территорию расположения самого водозабора, всех водопроводных сооружений. Целью его создания служит защита места водозабора и водозаборных сооружений от случайного или умышленного загрязнения источника водоснабжения, или повреждения водоводов и оборудования. Второй и третий пояса (пояса ограничений) включают территорию, предназначенную для предупреждения от бактериологического или химического загрязнения водоносного горизонта [2]. В каждом из трех поясов, соответственно их назначению, должен быть установлен специальный режим хозяйственной деятельности и определен комплекс мероприятий, направленных на предупреждение ухудшения качества источника водоснабжения, т.е. подземных вод [2].

Определение границ зон санитарной охраны, и разработка комплекса необходимых организационных, технических, гигиенических и противоэпидемиологических мероприятий находится в прямой зависимости от вида

**СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЯХ**

источника водоснабжения, от степени его естественной защищенности и от возможности бактериологического или химического загрязнения этого источника [2]. Для определения размеров поясов зоны санитарной охраны могут применяться аналитические расчёты и методы гидродинамического численного моделирования.

Расчет ЗСО аналитическим методом производится согласно «Рекомендациям по гидрогеологическим расчетам для определения границ 2 и 3 поясов ЗСО подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения» [2]. Размеры зоны строгих ограничений (первый пояс) определяются в зависимости от защищенности подземных вод. По гидрогеологическим данным в районе водозаборной скважины, эксплуатируемый водоносный комплекс перекрыт суглинками мощностью от 0,0 до 4,0 м. Таким образом, целесообразно, по степени защищенности подземных вод, подземные воды в районе этой водозаборной скважины отнести к недостаточно защищенным. Следовательно, первый пояс (зона строгого режима) ЗСО вокруг водозаборной скважины должен быть ограничен радиусом 50 м [2].

Для расчета 2-го и 3-го поясов зоны санитарной охраны приняты следующие исходные параметры:

1) скважина не вскрывает обводненную зону на полную мощность, то есть по степени вскрытия водоносного комплекса скважина является несовершенной. Мощность отложений франского и фаменского ярусов (m) принимается равной 96 м.

2) водоотбор (Q) из скважины принимается равным 25,0 м<sup>3</sup>/сут;

3) значение коэффициента водопроницаемости (km) принято равным 50 м<sup>2</sup>/сут;

4) значение водоотдачи пород (n) принимается равным 0,03 (по справочным данным);

5) уклон естественного потока подземных вод (i) принимается равным 0,01;

6) время просачивания загрязненных вод по вертикали составляет 112 сут;

7) величина инфильтрации через зону аэрации  $\varepsilon = 0,00019$  м/сут;

8) коэффициент фильтрации суглинисто-глинистой толщи  $k = 0,01$  м/сут.

*Таблица*

**Результаты аналитических расчетов границ второго и третьего поясов ЗСО**

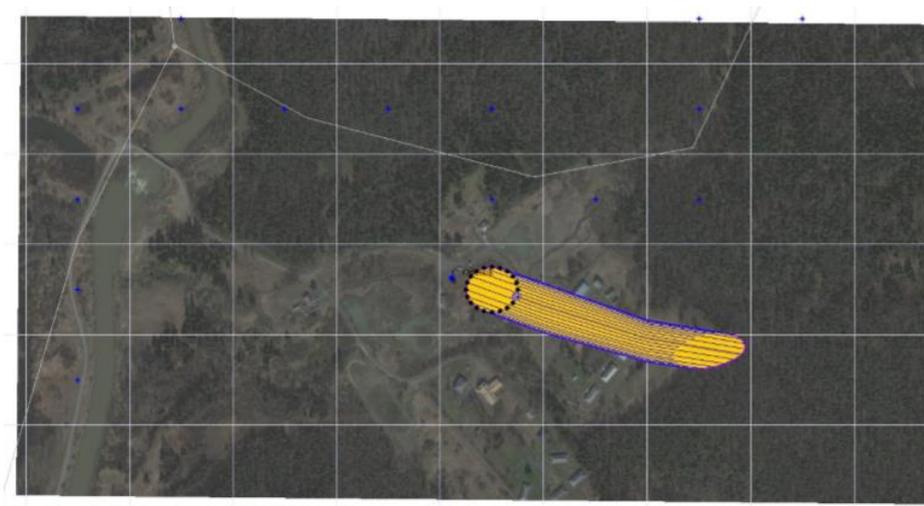
Наименование водозабора, номера скважины	Границы второго пояса ЗСО			Границы третьего пояса ЗСО		
	R, м (протяженность зоны вверх по потоку)	г, м (протяженность зоны вниз по потоку)	d, м (ширина зоны)	R, м (протяженность зоны вверх по потоку)	г, м (протяженность зоны вниз по потоку)	d, м (ширина зоны)
скв. К-1969	68	50*	50*	1265	50*	50*

\* - размеры 2,3 поясов ЗСО приняты по контурам зоны строгих ограничений, равными 50 м.

Для оценки размеров ЗСО использована численная модель, построенная ранее для подсчета запасов группы одиночных водозаборов в районе г. Берёзовского. Границы области фильтрации численной модели расширены до района расположения водозаборной скважины детского лагеря «Орленок». При моделировании учитывались гидродинамические параметры, полученные на этапе схематизации гидрогеологических условий района работ и их частные значения, которые были использованы для расчета ЗСО аналитическим методом.

Размер водозахватной области, полученный путем моделирования, за время фильтрации 10000 сут не превышает 350 м. Прогнозное решение на численной модели в стационарной постановке показывает, что предельный размер водозахватной зоны эксплуатационной скважины ДЛ «Орлёнок» достигает 1177 м в течение 30999 сут.

При сравнении результатов двух методов определения размера ЗСО предпочтение следует отдать численной модели, которая позволяет учесть взаимное влияние разнообразных внешних факторов, таких как рельеф, интенсивность инфильтрационного питания, вертикальная составляющая искусственного фильтрационного потока. Региональная численная модель, объединяющая относительно мелкие одиночные водозаборы на значительной площади, дает представление о пространственном положении локальных областей питания и разгрузки эксплуатационных скважин. Результаты аналитического расчета 3-го пояса ЗСО совпадают с предельным размером водозахватной одиночного водозабора ДЛ «Орлёнок», полученным на модели. Поэтому, опираясь на результаты численного моделирования можно обосновать сокращение размеров 3-го пояса зоны санитарной охраны.



**Рис. 1** Размер водоохватной зоны эксплуатационной скважины за время фильтрации 10000 сут. по результатам численного моделирования

Следует отметить, что оба конкурирующих варианта расчета размеров ЗСО опираются на сильно упрощённую схематизацию гидрогеологических условий из-за низкой степени изученности природных условий. Заметим, что дополнительные исследования для одиночного водозабора низкой производительности нельзя считать рациональными. Несмотря на различные оценки размеров ЗСО, можно с уверенностью утверждать, что а границах второго и третьего поясов нет объектов, способных привести к загрязнению подземных вод. Экологическую обстановку в районе водозабора можно отнести к благоприятной, в радиусе 4,0 км. Однако необходимо обратить внимание на наличие в зоне строгих ограничений здания душевых детского лагеря «Орленок» и парковки автотранспорта, которые необходимо вынести за пределы первого пояса зон санитарной охраны водозаборной скважины.

#### Литература

1. «Рекомендации по гидрогеологическим расчетам для определения границ 2 и 3 поясов ЗСО подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения».
2. СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения».

## ИЗМЕНЕНИЕ ДЕФОРМАЦИИ НАБУХАНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ СОЛЯНЫХ РАСТВОРОВ

И.А. Зверева

Научный руководитель доцент В.И. Каченов

*Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, Россия*

На территории Пермского края расположено крупнейшее Верхнекамское месторождение калийных солей. Технология его разработки предполагает складирование на земной поверхности соляных отходов в виде отвалов. В результате воздействия на солевые отвалы ветра и дождей вод происходит засоление грунтов, поверхностных и подземных вод.

Опыт многих исследователей (В.Т. Трофимов, В.А. Королев, В.В. Середин, В.И. Каченов [1, 2, 3]) показывает, что при попадании солей в грунты происходит изменение их физико-механических свойств. Несмотря на имеющуюся информацию, вопросы зависимости деформаций набухания от концентраций поровой жидкости и соляных растворов техногенного происхождения изучены недостаточно.

**Цель работы** – изучение влияния соляных растворов с различной концентрацией на набухание глинистых грунтов.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

Изучить минеральный состав и физические параметры глин;

Определить величину набухания глин, используя соляные растворы NaCl, CaCl<sub>2</sub>, FeCl<sub>3</sub> с различными концентрациями;

Установить зависимость деформации набухания от минерального состава глин, типа и концентрации поровой жидкости.

**Методика исследования**

Для изучения процесса набухания были взяты образцы глины массой 250 г в воздушно-сухом состоянии, замоченные до влажности на границе раскатывания. Первоначальная влажность составила для монтмориллонита – 26,5%, Александровского каолинита – 26%, Челябинского каолинита – 27,2%. Глинистая паста помещалась в рабочее

**СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЯХ**

кольцо. После чего готовились соляные растворы NaCl, CaCl<sub>2</sub>, FeCl<sub>3</sub> с концентрациями 15%, 30%, 35%. Затем определялась деформация набухания.

**Полученные результаты и их обсуждение**

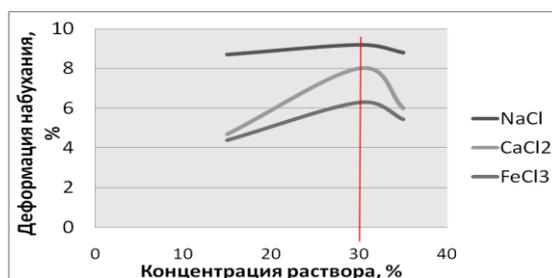
Результаты исследования величины деформации глин в растворах представлены в таблице 1.

*Таблица*

*Величина деформации набухания глин в соляных растворах*

Данные по результатам набухания глин в NaCl									
Показатели	Бентонит			Челябинский каолинит			Александровский каолинит		
	15%	30%	35%	15%	30%	35%	15%	30%	35%
Концентрация солевого раствора, %	15%	30%	35%	15%	30%	35%	15%	30%	35%
Величина набухания, %	9,0	12,4	9,2	8,4	10,9	6,1	8,7	9,2	8,8
Данные по результатам набухания глин в CaCl <sub>2</sub>									
Величина набухания, %	6,98	10,4	7,8	4,9	8,6	5,0	4,7	8,0	6,0
Данные по результатам набухания глин в FeCl <sub>3</sub>									
Величина набухания, %	6,8	9,2	7,2	4,8	7,9	4,7	4,4	6,4	5,45

В 30%-ых соляных растворах все исследуемые глины характеризуются наибольшей величиной набухания (рис.1).



**Рис. 1** Кинетика набухания Александровского каолинита в соляных растворах

Природа набухания глин связана с формированием рыхлосвязанной воды в диффузном слое коллоидной мицеллы (рис.2). При взаимодействии частицы с соляным раствором из раствора на поверхность коллоида присоединяются положительно заряженные ионы (катионы). При этом вокруг частицы образуется диффузный слой. Катионы удерживаются некомпенсированным поверхностным зарядом коллоида. В результате набухания в 30%-ом соляном растворе диффузный слой имеет максимальную мощность, катионы из раствора компенсируют все заряды коллоида.



**Рис. 2** Схема коллоидной мицеллы глин [4]

В растворе NaCl степень набухания глин наибольшая, а в растворе FeCl<sub>3</sub> наименьшая. Это обусловлено тем, что для компенсации заряда грунтовой частицы одновалентных катионов потребуется больше, чем двух- и трехвалентных. Следовательно, толщина диффузного слоя коллоидной мицеллы принимает максимальные значения при одновалентных катионах, а наименьшее при трехвалентных.

На рисунке 3 представлены данные о деформации набухания изучаемых глин в водном растворе.

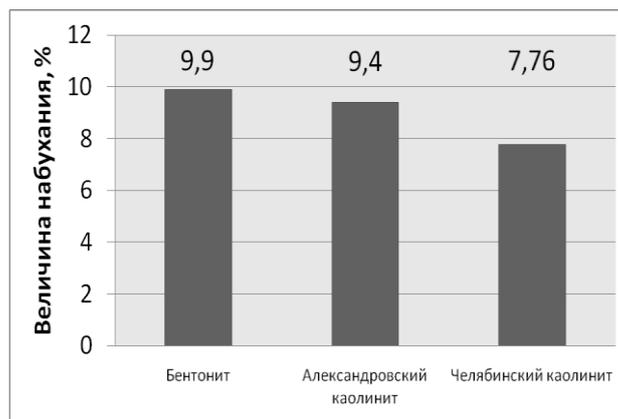


Рис. 3 Величина набухания глин в водном растворе

Деформация набухания бентонита составляет 9,9%, Александровского каолинита – 9,4%, Челябинского каолинита – 7,76%. Анализ результатов испытаний показал, что степень набухаемости зависит от минерального и гранулометрического составов глин.

Челябинский каолинит на 73,9% состоит из каолинита, 19% кварца, Александровский каолинит на 23,8% состоит из каолинита, 12,3% монтмориллонита, 54,3% кварца, бентонит на 46% состоит из монтмориллонита, 37% кварца.

В Александровском каолините содержание глинистой фракции наибольшее 63,89%, в Челябинском каолините – 55,32%, в бентоните – 45,10%.

Для монтмориллонитовой глины, благодаря большой удельной поверхности 600-800 м<sup>2</sup>/г, характерна наибольшая степень набухания по сравнению с каолинитом, удельная поверхность которого составляет 8-20 м<sup>2</sup>/г.

Величина набухания бентонита имеет небольшое значение, т.к. монтмориллонит представлен Са-формой, влажность свободного набухания которой составляет 180-190%, когда Na-форма имеет около 900-920%.

#### Выводы:

Определены минеральный состав и физические параметры глин.

Определены деформации набухания глин в соляных растворах с концентрациями 15%, 30%, 35%.

При техногенном воздействии соляных растворов на грунтовый массив, деформации набухания в монтмориллонитовой глине больше, чем в каолинитовых глинах, благодаря его большей удельной поверхности.

Установлено, что в 30%-ых соляных растворах все исследуемые глины характеризуются наибольшей величиной набухания, т.к. при данной концентрации диффузный слой мицеллы имеет максимальную мощность.

В растворе NaCl степень набухания глин наибольшая, а в растворе FeCl<sub>3</sub> наименьшая. Это обусловлено тем, что для компенсации заряда грунтовой частицы одновалентных катионов потребуется больше, чем двух- и трехвалентных. Следовательно, толщина диффузного слоя коллоидной мицеллы принимает максимальные значения при одновалентных катионах, а наименьшее при трехвалентных.

#### Литература

1. Середин В.В., Каченов В.И. Грунтоведение: курс лекций. Пермь, 2012. 141 с.
2. Середин В.В., Каченов В.И., Ситева О.С. Изучение закономерностей коагуляции глинистых частиц // Фундаментальные исследования. 2013. № 10-14. С. 3189-3193.
3. Трофимов В.Т., Королев В.А., Вознесенский Е.А. Грунтоведение: учебник; под общ. ред. В. Т. Трофимова. – 6-е изд., переработ. и доп. М.: Изд-во МГУ, 2005. 1024 с.
4. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии: учебник для вузов. Л.: Химия, 1995. 400 с.

### РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КОМПЛЕКСНОЙ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ТЕРРИТОРИИ К ЭРОЗИОННЫМ ПРОЦЕССАМ (НА ПРИМЕРЕ ПРЕДГОРНЫХ И ГОРНЫХ РАЙОНОВ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ)

А.А. Золотарев

Научный руководитель доцент Т.В. Любимова

Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия

Одной из важнейших прикладных задач инженерной геологии является участие в подготовке документов территориального планирования муниципальных образований. Для этого по данным инженерных изысканий предоставляется информация о территориях, подверженных риску возникновения чрезвычайных ситуаций в результате проявления опасных геологических процессов с оценкой масштабов негативного воздействия, а также даются рекомендации для принятия решений по организации мероприятий инженерной защиты зданий и сооружений [8].

## СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

---

Для территории Северо-Западного Кавказа среди комплекса опасных экзогенных геологических процессов, характерных для данной территории, лидирующую позицию занимают процессы, связанные с деятельностью поверхностных вод. В работе предложен один из возможных подходов к решению данной задачи, рассматривающий геологическую среду с точки зрения системного анализа, допускающего выделение тех компонентов системы, которые оказывают наибольшее влияние на протекание рассматриваемого процесса.

В качестве объекта исследования выступает территория муниципальных образований г.-к. Геленджик и Апшеронский район Краснодарского края, расположенных на южном и северном макросклонах Северо-Западного Кавказа соответственно. Этапы выполнения работы:

Типизация литологических типов пород по устойчивости к размыву. Под устойчивостью в данном случае понимается способность системы сохранять текущее состояние при наличии внешних воздействий [4]. Основывается на исследованиях сопротивляемости горных пород размыву, проведенных Г.В. Бастрковым при участии Р.А. Бикметова, А.И. Расковалкина, Л.Ф. Кузнецова [2], В.И. Ворошиловым [3], А.С. Чернявским [11]. Автором для изучаемой территории было выделено до 4-5 комплексов горных пород, характеризующихся близкими значениями эрозионной прочности, начальной скорости размыва (для скальных пород) и перемещения (для дисперсных пород).

Моделирование эрозионной сети. Проводилось на основе данных радарной топографической съемки Земли – SRTM (shuttle radar topography mission) в геоинформационной системе ArcGIS 10.2.2. С помощью инструментов модуля «Гидрология» строилась векторная модель эрозионной сети. Данная методика построения модели эрозионной сети основана на морфометрическом методе анализа рельефа, подробно рассмотренном В.И. Анисимовым [1]. Научное и практическое применение метода геоинформационного моделирования реализовано в трудах А.В. Погорелова, Ж.А. Думита [7], З.В. Атаева, В.В. Браткова [2]. Суть метода состоит в том, пользователь задает значение перехода плоского потока в линейный, программа на основе имеющихся данных о рельефе дневной поверхности определяет области концентрации стока и строит растровую модель эрозионной сети, которую в дальнейшем можно преобразовать в векторную и осуществлять различные операции. В связи с недостаточной точностью SRTM-данных этот метод моделирования рекомендуется для применения в горной местности. На равнинных территориях возможно моделирование только крупных водотоков.

Типизация эрозионной сети по создаваемым формам рельефа. Р.Е. Хортоном и А. Страллером предложен метод изучения стадийности эрозионных процессов на основе выделения эрозионных форм разного порядка [10]. Впоследствии этот метод был дополнен В.П. Философовым [9]. Порядковая модель эрозионной сети может применяться в качестве классификации эрозионных форм рельефа по стадиям развития. Всего в пределах исследуемой территории выделяются формы рельефа семи порядков: эрозионные борозды – промоины – лощины – щели – малые реки – средние реки – крупные реки. Однако, с учетом ограничения детальности SRTM-матрицы, программных возможностей моделирования наиболее мелких форм – эрозионных борозд на сегодняшний момент нет, поэтому эти формы рельефа в предлагаемом методе не учитываются.

Районирование территории по пораженности эрозионными процессами. С позиций оценки пораженности территории эрозионными процессами наибольшее значение имеют морфометрические характеристики рельефа: густота эрозионного расчленения – характеризует площадное распространение эрозионных форм рельефа ( $\text{км}/\text{км}^2$ ), глубина эрозионного расчленения – характеризует глубину эрозионных врезов ( $\text{м}/\text{км}^2$ ), общая расчлененность территории – характеризует неоднородность рельефа. Данные параметры проанализированы с помощью ArcGIS 10.2.2 путем построения тематических карт по каждому из параметров. В дальнейшем путем проведения оверлейных операций выделены области, характеризующиеся максимальными значениями по одному, двум или трем параметрам одновременно. Полученные области принимаются в качестве зон максимальной пораженности эрозионными процессами.

Предметно-математическое моделирование эрозионной деятельности водотоков. Для оценки эрозионной деятельности в каждой из выделенных зон пораженности были выбраны участки, расположенные вблизи населенных пунктов. На выбранных участках проводились полевые измерения глубины и ширины выработанной части русла и самого водного потока в момент измерений, смоченного периметра (протяженность дна водотока в поперечном сечении), средней скорости течения верхнего слоя воды методом поплавка ( $\text{м}/\text{с}$ ). По результатам измерений рассчитывались гидродинамические параметры водных потоков – расходы воды ( $\text{м}^3/\text{с}$ ), относительный уклон русла (%), гидравлический радиус ( $\text{б}/\text{р}$ ), коэффициент Шези ( $\text{б}/\text{р}$ ), и характеристики эрозионной деятельности: турбулентность водного потока ( $Re$ ), начальная скорость размыва дисперсных отложений диаметром 50, 100, 200 мм ( $\text{м}/\text{с}$ ), транспортирующая способность потока при разных уровнях воды – в момент измерений и при повышении уровня воды до затопления поймы ( $\text{кг}/\text{м}^3$ ), общая масса переносимых наносов ( $\text{кг}/\text{сек}$ ) [6].

Ранжирование территории по устойчивости к эрозионным процессам. Проводилось с использованием балльной системы на основе суммарной оценки факторов формирования эрозионных процессов. Территории присваивалось от 3 до 10 баллов, где 3 балла – устойчивые, 4 – условно устойчивые, 5-6 – умеренно неустойчивые, 7-8 – неустойчивые, 9-10 – крайне неустойчивые. По итогам работы построена карта устойчивости территории к эрозионным процессам. К карте прикладываются расчетные характеристики эрозионной деятельности.

В таблице 1 приведены наиболее значимые результаты применения методики для территорий муниципальных образований г.-к. Геленджик и Апшеронский район Краснодарского края.

Результаты оценки устойчивости территории к эрозионным процессам

Классификация территории по устойчивости к эрозионным процессам	г.-к. Геленджик площадь, км <sup>2</sup> (% территории)	Апшеронский район площадь, км <sup>2</sup> (% территории)	
Устойчивая	160,225 (13,13)	292,11 (19,02)	
Условно устойчивая	590,328 (48,36)	1273,87 (57,15)	
Умеренно неустойчивая	371,926 (30,47)	88,81 (5,63)	
Неустойчивая	63,459 (5,20)	245,32 (15,04)	
Крайне неустойчивая	32,254 (2,64)	37,76 (3,16)	
Характеристики эрозионной деятельности водотоков			
Водоток, координаты точки измерения	Нач. в размыва дисп. отложений d = 50/100/200 мм, м <sup>3</sup> /с	Транспортирующая способность при затоплении поймы, кг/ м <sup>3</sup> (при d частиц = 50 мм)	Общая масса переносимых наносов при затоплении поймы, кг/сек
р. Морозка 44.247582° С.Ш., 39.955103° В.Д.	1.39 / 1.75 / 2.21	5.98	70.82
р. Матузка 44.215278° С.Ш., 39.886389° В.Д.	1.45 / 1.82 / 2.29	12.07	197.96
щ. Безымянная 44.215734° С.Ш., 39.707271° В.Д.	1.34 / 1.69 / 2.13	8.69	22.18
р. Текос 44.403678° С.Ш., 38.513217° В.Д.	1.41 / 1.77 / 2.23	1.00	34.87
щ. Капустянова 44.434422° С.Ш. 38.462117° В.Д.	1.53 / 1.93 / 2.43	6.09	24.29

До сегодняшнего дня используемые методы применялись обособлено для решения узкого круга задач. Предлагаемый подход отличается комплексированием методов, что повышает качество оценки рисков опасных эрозионных процессов. Для территории Краснодарского края данный подход реализуется впервые и в перспективе планируется апробировать методику на территории других регионов РФ.

#### Литература

1. Анисимов В.И. Морфометрический анализ рельефа. – М.: Сочи, 1999. – 321 с.
2. Атаев З.В. Морфометрия рельефа как фактор формирования и пространственной дифференциации низкогорно-предгорных ландшафтов Северо-Восточного Кавказа // Молодой ученый. – Казань, 2014. – № 4(63) С. 400-407
3. Бастратов Г.В. Эрозионная прочность горных пород // Геоморфология. – Москва, 1997. – № 2. – С. 52–55.
4. Белоусов А.Ф. Системный подход в науках о Земле // Геология и геофизика. – 1979. – №9. – с. 3–12.
5. Ворошилов В. И. Селевые паводки и меры борьбы с ними на южном склоне Северо-Западного Кавказа. – М.: Ростов-на-Дону, 1972. – 22 с.
6. Гончаров, В.Н. Динамика русловых потоков. – М.: Гидрометеиздат, 1962. – 374 с.
7. Погорелов А.В. Думит Ж.А. Рельеф бассейна р. Кубани: морфологический анализ. – М.: Геос, 2009. – 206 с.
8. СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Издательство: ФГУП «Стандартинформ». – Минстрой России, 2016. – 160 с.
9. Философов В.П. О значении порядков долин и водораздельных линий при геолого-геоморфологических исследованиях // Вопросы морфометрии. – Саратов, 1967. – № 2. – С 4–74.
10. Хортон Р.Е. Эрозионное развитие рек и водосборных бассейнов. Гидрофизический подход к количественной морфологии. М.: Изд-во Иностранной литературы: Москва, 1949. – 158 с.
11. Чернявский, А.С. Селевой морфолитогенез на Черноморском побережье Кавказа (в пределах Краснодарского края): автореферат дис. ... канд. геогр. наук. – Краснодар: КубГУ, 2010. – 24с.

### К ВОПРОСУ О ДИНАМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА ГЕОЛОГИЧЕСКУЮ СРЕДУ ВАСИЛЬЕВСКОГО ОСТРОВА ГОРОДА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

В.А. Изотова

Научный руководитель доцент К.В. Панкратова

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет», г. Санкт-Петербург, Россия

В настоящее время на территории Васильевского острова Санкт-Петербурга происходит увеличение интенсивности транспортного потока (так, например, открытие центрального участка Западного скоростного диаметра), увеличение количества станций метрополитена, что увеличивает динамическую нагрузку на грунты.

Абсолютные отметки поверхности в исторической части Санкт-Петербурга, к которой относится Васильевский остров, находятся в пределах от +2,0 м до +4,0 м по балтийской системе координат. В геологическом строении города на глубине до 60,0 м от поверхности земли залегают техногенные (tIV), современные морские, озерные (m, l IV), верхнечетвертичные озерно-ледниковые (lgIII), верхнечетвертичные ледниковые (g III) и

**СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЯХ**

верхнепротерозойские ( $V_2kt^2$ ) отложения. Основное воздействие приходится на четвертичные отложения, которые могут рассматриваться как потенциально динамически неустойчивые.

Для снижения вибрационного воздействия необходимо проводить ряд мероприятий. Для того, чтобы эти мероприятия были эффективны, следует изучать источники вибраций, анализировать параметры вибрационного воздействия, проводить мониторинг динамических нагрузок [3].

По результатам исследований, что источники вибрационного воздействия могут быть классифицированы по геометрической форме и размерам, по положению относительно геологической среды, по интенсивности и времени действия, по месту нахождения и частоте встречаемости в пределах изучаемой территории. На территории Васильевского острова основными источниками вибрационного воздействия являются движущиеся трамваи, автомобили, поезда в метро. В таблице 1 приведены основные параметры вибрационных свойств источников вибрации [2].

**Таблица**

**Характеристика источников вибрационного воздействия (по Жигалину А.Д., Локшину Г.П.)**

Источник	Классификация источников		Характеристики вибрации			
	По положению относительно земной поверхности	По времени и продолжительности и деятельности	Основная частота, Гц	скорость дБ	ускорение дБ	Зона действия, м
Автомобильная магистраль	Наземный	Постоянный периодический	10-20	40-65	До 31	40-100
Метрополитен	Наземный подземный	Периодический	30-60	75-85	45-60	60-120
Трамвай	Наземный	Периодический	20-45	190-130	60-100	150-300

Для проведения количественного анализа вибрационных нагрузок было проведено измерение характеристик поля вибрации посредством замера виброускорения с использованием виброметра Экофизика 110А.

Данные натурных наблюдений уровней вибрации, были сгруппированы по двум признакам – геологическому (сходность литологии верхней части грунтовой толщи) и техническому (вид транспорта) [1].

На территории Васильевского острова проводились замеры на 3 участках: метро Василеостровская (вдоль Среднего проспекта в сторону метро Приморская), метро Приморская, Смоленское кладбище (по Малому проспекту). Замеры проводились на расстоянии 50, 100, 250, 500 метров от источника вибрации.

Проведенный анализ не позволил установить статистически достоверные различия между выделенными геологическими группами. Это означает, что рассматриваемые грунты (супеси, суглинки, песчаная морена и др.) не различаются существенно с точки зрения существующих виброинженерных колебаний (во всяком случае, имеющиеся различия столь "тонкие", что выявить их с помощью имеющейся аппаратуры не представляется возможным).

Для качественной оценки вибрационного воздействия использовался способ поквдратной оценки территорий. На рисунке 1 представлена схема вибрационного поля Васильевского острова. В качестве нормирующей единицы принят квадрат со стороной 250 м.

Оценка транспортного вибрационного воздействия показала, что значительная часть территории Васильевского острова является областью с отсутствием вибрационного воздействия (62%). 1% территории Васильевского острова испытывают высокие уровни вибрационного воздействия. Участки, характеризующиеся средним уровнем вибрационного воздействия, занимают 8% всей территории острова и не формируют единой области. На отдельных участках (29% от общей площади) вибрационное воздействие имеет низкий уровень.

В результате проведенного количественного анализа, большая часть рассматриваемой территории характеризуется как слабовосприимчивая к вибрационным нагрузкам с параметром виброскорости в пределах 46-73 дБ. Данную территорию можно считать условно благоприятной для строительства и требует проведения специальной инженерной подготовки. Кроме того, имеются участки сильно восприимчивые к динамическим нагрузкам, превышающих 73 дБ. Эти территории относятся к числу неблагоприятных для застройки (участки центральной части острова, в районе метро Василеостровская). Территории относительно благоприятные для строительства без проведения инженерной подготовки имеют очень ограниченное распространение. Грунты, слагающие данные области, относятся к невосприимчивым, при этом уровень виброскорости меньше 46 дБ. К этой области можно отнести участки на юго-западе и северо-востоке острова.

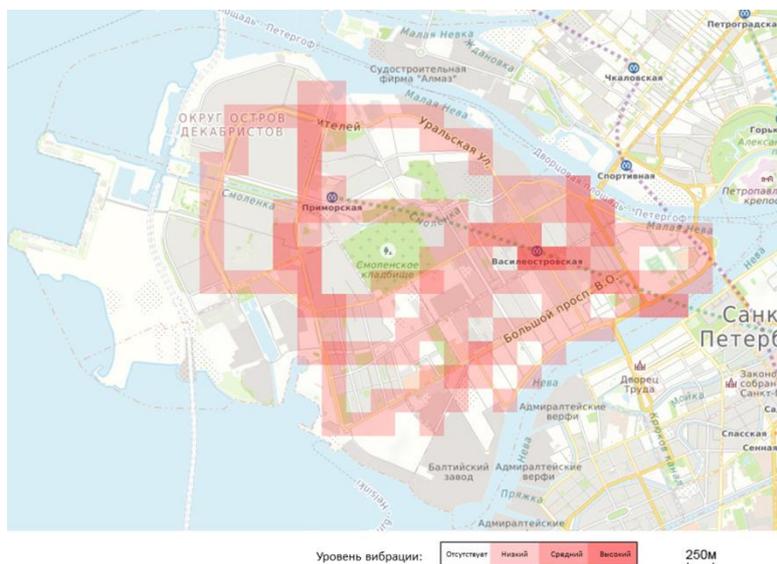


Рис.1 Карта-схема вибрационного воздействия на территории Васильевского острова

В ходе проведенных исследований можно говорить о динамической неустойчивости рассматриваемых слоев под действием динамических нагрузок и о необходимости применения ряда рекомендаций по снижению вибрационной нагрузке.

### Литература

1. Вознесенский Е.А. Динамическая неустойчивость грунтов – М.: Издательство «Эдиториал», 1999 – 264 с.
2. Жигалин А.Д. Техногенные физические поля и их роль в изменении геологической среды городов // Гидрогеологические и инженерно геологические условия территории городов - М.: Наука, 1989 - с. 31–37.
3. Жигалин А.Д., Локшин Г.П. Формирование вибрационного поля в геологической среде // Инженерная геология - № 6, 1991 – с. 110–120.

## ВЛИЯНИЕ ВОДОПОДГОТОВКИ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ОСАДКОВ

А.В. Карманова

Научные руководители профессор В.К. Попов, доцент Е.Ю. Пасечник

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Экологическая ситуация на территории Обь-Томского междуречья (ОТМ) в последние годы становится все более напряженной из-за сильного антропогенного воздействия. Интенсивное жилищное строительство, развитие промышленности привело к увеличению водопотребления. Особенностью подземных вод территории ОТМ является высокая концентрация железа. По результатам анализа отдельных скважин содержание железа колеблется от 0,42 мг/дм<sup>3</sup> до 7,33 мг/дм<sup>3</sup>. В подземной воде, которая поступает от всех скважин к станции водоподготовки содержание железа в среднем составляет 2,75 мг/дм<sup>3</sup> [3].

Водоподготовка на Томском подземном водозаборе осуществляется на станции обезжелезивания методом упрощенной аэрации артезианской воды в аэраторах с последующей фильтрацией на скорых фильтрах [4]. Фильтрация повсеместно используется в водоснабжении для очистки воды. Это связано с простотой и высокой степенью очистки. На Томском подземном водозаборе располагается 24 однопочтовых скорых фильтра. Движение воды сверху вниз, площадь фильтрации одного фильтра равна 45,6 м<sup>2</sup>, суммарная площадь фильтрации 24 фильтров равна 1094,4 м<sup>2</sup>.

**СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЯХ**

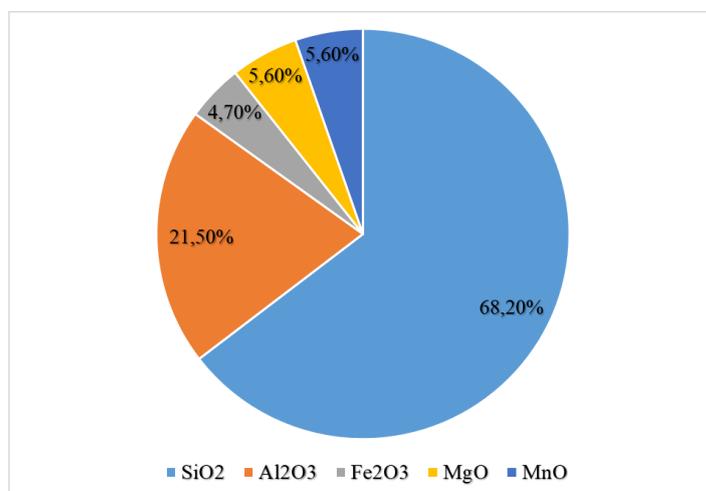
С начала эксплуатации Томского подземного водозабора фильтры были загружены кварцевым песком, начиная с 1989 г. – альбитофиром. Сейчас в качестве фильтрующего материала применяется дробленая горелая порода месторождения «Дальние Горы» г. Киселевск Кемеровской области.

Кварцевый песок – это фильтрующий материал для зернистых фильтров, применяемый наиболее широко.

Чем больше содержания кремнезема в песках, тем выше показатели химической стойкости и механической прочности, которые необходимы для фильтрационной водоочистки.

Альбитофир – это природный материал, состоит из порфиоров с полевошпатовыми вкраплениями, принадлежащими исключительно или преимущественно альбиту. В основной массе также много альбитовых, частью плагиоклазовых микролитов [4].

Горелая порода – отходы, образующиеся при добыче каменного угля, состоящие из песчаников, алевролитов, аргиллитов или их смесей, залегающих, главным образом, в кровле угольных пластов, смешанных с отходами угля, горючих сланцев и серы [4]. Химический состав горелой породы представлен на рисунке 1. Фильтрующий материал из дробленых пород за счет своих высоких физико-технических характеристик повышает производительность водоподготовительных сооружений на 20–50 %.



**Рис. 1 Химический состав горелой породы**

Любой фильтрующий материал характеризуется двумя основными технологическими показателями: удельной поверхностью и пористостью (межзерновой). Первый показатель отражает способность материала задерживать на своей поверхности загрязнения и характеризуется эта способность коэффициентом формы зерна. Второй показатель служит характеристикой межзернового пространства, где складываются задержанные загрязнения. Безусловным преимуществом обладают материалы имеющие большие показатели поверхности и пористости таблица 1.

**Таблица**

**Технологические показатели фильтрующих материалов**

Наименование материала	Показатели			
	Коэффициент формы зерна	Пористость, %	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Прочность % на -стираемость, -измельчаемость
Кварцевый песок	1,14	42	2600	0,5 (0,5)* 3 (4)*
Альбитофир	1,5	51	2620	0,42 (0,5) 3,3 (4)
Горелая порода	2,1	60	2500	0,1 (0,5) 1 (4)
Керамзит	3,2	60	700	2 (0,5) 0,11 (4)

В процессе водоподготовки образуется большое количество железосодержащего осадка. Он является практически невостребованным вторичным минеральным сырьем [2]. Своевременная обработка такого осадка при соблюдении существующих правил охраны поверхностных вод от загрязнения и при ограниченной возможности отвода значительных земельных участков для естественной подсушки железосодержащего осадка является одной из

наиболее актуальных проблем в технологии обработки воды. Поэтому осадок станции обезжелезивания может быть переработан на химические реактивы, а также с помощью установок магнитных сепараторов после узла мокрой очистки позволяет постоянно извлекать из оборотной технологической воды твердые продукты плазменной утилизации отходов очистки воды, включающие магнитную окись железа, для последующего использования, например, при производстве красящих пигментов и лакокрасочной продукции [1].

Проведены лабораторные исследования, направленные на выявление и установление минерального состава железосодержащего осадка на разных стадиях водоподготовки, а именно из аэраторов, фильтров и отстойников Томского подземного водозабора. Для этого применялась рентгеновская дифрактометрия. Дифрактограмма образца из фильтров показала содержания диоксида кремния. В образце из отстойника помимо диоксида кремния наблюдается содержания кальцита и альбита. Таким образом, состав железосодержащего осадка, образующегося в процессе водоподготовки, кроме вторичных минералов, формирующихся из подземных вод, включает элементы загрузки фильтров. Скорее всего наличие альбита связано с тем, что в качестве фильтрующего материала когда-то использовался альбитофир, оставшийся в системе.

#### Литература

1. Власов В.А., Каренгин А.А., Каренгин А.Г., Корепанова Н.В. Плазменная утилизация и магнитная сепарация железосодержащих отходов после очистки воды // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2015. – Т.58, № 5. – С. 130–135.
2. Карманова А.В. Исследование эколого-технологической эффективности водопользования Томского подземного водозабора // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXI Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 130-летию со дня рождения профессора М.И. Кучина. Том 1 / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2017. – С. 460–462.
3. Попов В.К., Лукашевич О.Д., Коробкин В.А., Золотарева В.В., Галямов Ю.Ю. Эколого-экономические аспекты эксплуатации подземных вод Обь-Томского междуречья / Томск: Изд-во Томского архитектурно-строительного университета, 2003. – 174 с.
4. Рогов Г.М., Попов В.К., Осипова Е.Ю. Проблемы использования природных вод бассейна реки Томи для хозяйственного-питьевого водоснабжения / Томск.: Изд-во Томск. гос. архит. – строит. ун-та, 2003. – 218 с.

### ИЗМЕНЕНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ГЛИН ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ВОЛН

А.А. Кашеварова

Научный руководитель профессор д. г.-м. н. И.С. Копылов

*Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, Россия*

Глинистые породы составляют около 50% массы всех осадочных пород. Они достаточно широко используются в промышленности не только, как основания и среда инженерных сооружений, обладающих определенными физико-механическими свойствами [3], но и в качестве сорбентов. Глины повсеместно используются как сырье для производства керамики и строительных материалов. Несмотря на столь широкое использование глин и длительный опыт строительства на них, все еще существует много вопросов, связанных с особенностями поведения глинистых пород. Особый интерес представляют работы, связанные с воздействием на глинистый грунт давления, посредством которого должны изменяться структурно-текстурные особенности грунтов, их состав, состояние и физико-химические свойства.

В данной работе рассматривается изменение гранулометрического состава уплотненных и не уплотненных образцов каолиновой и монтмориллонитовой глин при воздействии на них ультразвуковых волн. Гранулометрический состав является одним из важнейших классификационных признаков грунтов, напрямую зависящим от их генезиса, возраста и условий формирования породы. С другой стороны, он во многом обуславливает физические, физико-химические и физико-механические свойства осадочных пород [1].

Целью работы является установление влияния числа итераций и мощности ультразвуковых волн на изменение гранулометрического состава глин.

Методика и результаты исследований включают в себя: подготовку образцов глин, сжатие их под давлением, проведение гранулометрического анализа с применением метода лазерной дифрактометрии и обработку экспериментальных данных.

Подготовленные образцы грунтов подвергались воздействию ультразвуковых волн с мощностью от 10 до 100Гц с повторениями от 1 до 20 раз, что способствовало разрушению агрегатов до первичных частиц. Далее с помощью метода лазерной дифрактометрии было определено процентное содержание фракций исследуемых глин. Распределение частиц по размеру основано на изменении углового распределения интенсивности рассеянного света при прохождении лазерного луча через диспергированный образец [2]. Результаты, проведенного нами анализа, представленные в таблице 1.

Из таблицы видно, что в уплотненных глинах разрушение агрегатов ультразвуковыми волнами идет более интенсивно, чем в не уплотненных глинах. Содержание мелких фракций увеличивается за счет диспергации частиц крупных фракций. Исключением в этой зависимости является неуплотненная монтмориллонитовая глина, точнее ее фракция 0,0-0,5 мкм, частицы которой подвергаются процессам коагуляции и их процентное содержание не увеличивается, а уменьшается. Также на графиках (Рис. 1, 2) наблюдается повышение содержания мелких фракций, примерно при 15 итерациях увеличение прекращается, и содержание фракций незначительно снижается, это

**СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЯХ**

обуславливается тем, что мелкие фракции также подвергаются дроблению. Содержание крупных частиц (10,0-25,0 мкм) значительно уменьшается до 15 итераций и далее повышается, предположительно за счет дробления более крупной фракции.

Таким образом в результате обработки данных лазерной дифрактометрии было выявлено, что с увеличением числа итераций ультразвуковых волн мощностью 10Гц наблюдается повышение содержания глинистой и уменьшение пылевой фракций. Для монтмориллонитовой и каолиновой глин при мощности ультразвуковых волн 10Гц, оптимальное число итераций составляет 10-15 раз.

*Таблица*

**Изменение содержания фракционного состава каолиновой и монтмориллонитовой глин**

Фракции, мкм	Монтмориллонитовая глина		Каолиновая глина				
	Неуплотненная, P=0МПа		Уплотненная, P=1000МПа		Неуплотненная, P=0МПа		Уплотненная, P = 500МПа
	Изменение содержания, %						
	после 1 итерации	после 20 итераций		после 1 итерации	после 20 итераций		
0,0-0,5	-54	-50	+68	+59	+40	+41	
0,5-1,0	+58	+48	+80	+47	+74	+107	
1,0-2,5	+62	+49	+100	+64	+59	+175	
2,5-5,0	+86	+38	+113	+98	+20	+103	
5,0-10,0	+106	+35	+86	+100	+13	+22	
10,0-25,0	-11	-23	-5	-25	-35	-31	
25,0-50,0	-39	-93	-51	-96	-98	-99	
50,00-100,00	-100	-100	-96	-100	-100	-100	

Наличие установленных закономерностей свидетельствует о том, воздействие давления на грунт снижает возможность возникновения процессов коагуляции, тем самым способствует увеличению процентного содержания глинистых фракций при воздействии на грунт ультразвуковых волн.

**Литература**

1. Буданова Т.Е. Современные методы изучения гранулометрического состава грунтов// Инженерные изыскания. - Москва, 2013. - №8. - С. 66–73.
2. Статическое рассеяние лазерного света / Resch Technologi: официальный сайт компании Resch Rus LLC. 2013. URL: <http://www.resch-technologi.ru/ru/rt/applications/technical-basics/static-laser-light-scattering/>.
3. Трофимов В.Т., Королев В.А., Вознесенский Е.А. и др. Грунтоведение. Под. ред. В.Т. Трофимова. Москва.: Изд-во Московского университета, 2005. 1024 с.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД НА РАЗРЫВ НА ОБРАЗЦАХ СПЕЦИАЛЬНОЙ ФОРМЫ.**

**И.А. Кириллин, Д.А. Лазарев**

Научный руководитель доцент С.А. Корчагин

**Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия.**

Введение.

Настоящая работа представляет собой попытку проверить экспериментально идею из работы [6], где речь идёт о специальной доработке цилиндрического образца горной породы (ГП), для определения ее предела прочности на разрыв. Согласно [6] при испытаниях образец подвергается пошаговому сжатию всесторонним внешним давлением вплоть до разрыва материала между соосными вырезами в цилиндрическом образце, причем момент

резкого изменения (броска) в показаниях используемых на установке датчиков, принимается за момент разрыва материала образца, и соответствующее значение всестороннего давления, и используется для оценки предела прочности на разрыв по моделям механики сплошных сред. Измерения могут производиться на установках, предназначенных для измерения характеристик стандартных цилиндрических образцов, в условиях, приближенных к пластовым.

Известен способ определения предела прочности горной породы на сжатие, в котором используется образец породы в виде сплошного цилиндра, насыщенного моделью пластовой жидкости под давлением, равным давлению в природных условиях [4]. Образцы далее подвергаются всестороннему сжатию – гидрообжиму. Для этого их помещают в емкость (гидроцилиндр), заполненную гидравлическим маслом, в которой создается высокое давление обжима.

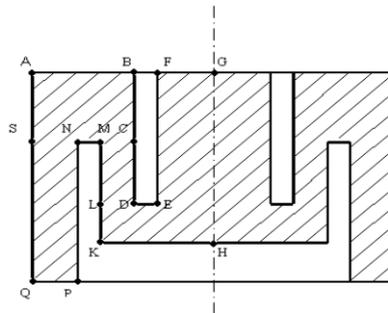
Из-за естественной слоистости большинства горных пород предел разрушения обладает значительной пространственной анизотропией. Он меньше при растяжении (при отрыве прослоев друг от друга) чем при сжатии, когда для разрушения породы необходимы значительные давления, недостижимые или сложноосуществимые на большинстве известных установок, моделирующих условия залегания породы. Для преобразования торцевого сжатия в растяжение известен аналог - приспособление из скоб [2]. Но оно неприменимо, когда необходимо изолировать образец от масла гидрообжима, создающего высокое (горное) давление при испытаниях.

В работе [6] предлагается способ оценки предела прочности горной породы на растяжение в условиях ее залегания. Для этого используется специальным образом, доработанный цилиндрический образец.

Устройство образца

Устройство образца таково, что в каждом из двух торцов образца, соосно образцу, выбуривают по одному узкому цилиндрическому вырезу, так, что диаметры вырезов различны и на глубины, при которых проекции вырезов на ось цилиндра перекрываются, причем из части образца, ограниченной вырезом с большим диаметром, начиная с торца, удаляют породу на небольшую глубину (но превышающую величину возможного укорочения образца в процессе сжатия). Так как при этом образец сохраняет внешнюю боковую поверхность цилиндрической, изоляцию образца от жидкости (масла) гидрообжима можно осуществлять с помощью эластичной трубки - манжеты, как было описано выше.

Способ поясняется чертежом на рисунке 1, где схематически представлен продольный разрез такого образца.



**Рис.1** Образец горной породы для определения предела ее прочности на разрыв, в условиях, приближенных к природным. Разрез образца плоскостью, проходящей по оси цилиндра. Боковая проекция.

В дальнейшем изложении будем полагать, что предлагаемый образец состоит из внешней и внутренней частей. Внешняя часть образуется площадкой ABCNPQ (см. рис. 1) при ее вращении вокруг оси цилиндра. Можно считать, что она складывается из двух толстостенных трубок – верхней, соответствующей вращению верхней части ABCS указанной площадки, и нижней, соответствующей вращению нижней части SNPQ.

Внутренняя часть состоит из внутреннего кольца – относительно тонкой трубки, образующейся при вращении площадки MCDL (см. рис. 1) вокруг оси образца, и присоединяемого стерженька, соответствующего вращению площадки FGHKLE.

Пустоты внутри образца (цилиндрические вырезы, соответствующие вращению площадок BDEF и PNMKH) выбуриваются алмазными коронками в сплошном цилиндрическом образце.

Нижняя часть стерженька не соприкасается с нижней головкой, так как соответствующая часть внутреннего объема выбурена на глубину, заведомо обеспечивающую отсутствие такого контакта при любых достижимых на установке давлениях, либо, что проще, указанное выбуривание не производится, а под нижний торец образца подкладывается шайба подходящей высоты, внешний и внутренний диаметры которой совпадают с соответствующими диаметрами нижней части внешней трубки. Тогда опускание стерженька при сжатии вызывает растяжение внутреннего кольца. Растягиваясь, кольцо, жестко связанное со стерженьком, оказывает сопротивление его движению. В [6], в подходе сопротивления материалов, получена система уравнений, из которых можно получить величину напряжения растяжения внутреннего кольца образца, используя известное давление сжатия и геометрические параметры образца (т.е. длины и радиусы образца и вырезов).

Эксперимент по определению предела прочности на разрыв осуществляется последовательным увеличением давления гидрообжима Р с некоторым (мелким) шагом. В момент разрыва кольца произойдет резкое изменение (бросок) в показаниях датчиков усилия в системе создания и стабилизации горного и порового давления установки. Подставив в упомянутую систему вместо Р значение давления гидрообжима (горного давления) на шаге,

## СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

---

непосредственно предшествующем броску, и решив эту систему, примем в качестве оценки искомого предела прочности значение, полученное для бК.

Необходимы эксперименты для получения оптимальных соотношений размеров образца и вырезов, а также режимов нагружения образца в установке всестороннего сжатия. Ввиду отсутствия у нас установки, создающей пластовое давление и температуру и камнерезного инструмента, на котором можно изготовить описанный цилиндрический образец с вырезами, было спроектировано и изготовлено устройство для отливки такого образца из смеси на эпоксидной основе, а нагружение (ненасыщенного) образца решено было осуществлять при нормальных условиях. Устройство собирается из подходящих обрезков труб разного диаметра.

Такие испытания, конечно, не полностью соответствуют заявленным в [6] целям и возможностям, но, по-видимому, позволят выявить некоторые узкие места и недочёты в предложенном способе испытаний на разрыв.

Результаты эксперимента

Смесь изготавливалась на основе продающегося в хозяйственных отделах магазинов эпоксидного клея ЭДП в смеси с промытым и просеянным на сите пляжным песком (среднезернистая фракция).

Из приготовленной смеси одновременно изготавливались образец и прямоугольная балочка, предназначенная для получения предела прочности на растяжение путем ее изгиба.

Размеры образца – внешний диаметр цилиндра 75мм, Высота -67.1мм, диаметры вырезов 32 и 2 мм, соответствующие глубины вырезов 40 и 45 мм. Размеры балочки – 20 на 20 на 120мм.

Прочность на растяжение при изгибе балочки составила ~ 23.2 МПа/см<sup>2</sup>.

Прочность на растяжение полученная при испытании цилиндра ~ 26.3 МПа/см<sup>2</sup>.

Возможные приложения.

Измерения параметров сжатия и растяжения горных пород (ГП) необходимы при изучении сложнапряженного состояния массивов. Определяя скорости ультразвуковых (УЗ) волн на образцах ГП в их зависимости от вида и величины напряжения, в большинстве случаев можно перенести результаты в область сейсмических волн, судить о характере и оценивать величину напряжений в массиве по сейсмическим скоростям.

Строго говоря, знание пределов прочности ГП как на сжатие, так и на разрыв, необходимо в бурении (в частности при оценке устойчивости стенок наклонных и горизонтальных скважин [1], расчете прочности цементного камня в обсаженных скважинах), при проектировании гидроразрыва [7], расчете шахтных креплений (в частности в угольной промышленности [5]), в строительстве, инженерной геологии и др.

### Литература

1. Абрамов А.С., Корчагин С.А. Возможность оценки предела прочности горной породы на растяжение в установках всестороннего сжатия. Материалы 13 научно-практической конференции «Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала Ханты-Мансийского автономного округа – Югры», 15-19 ноября 2009г., т.2, с. 366-369.
2. Бриджмен П.В. Исследование больших пластических деформаций и разрыва. ИЛ, Москва, 1955.
3. Гликман А.Г., Стародубцев А.А., О проблеме прогнозирования внезапных геодинамических явлений, Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений, №1, 2001, с. 28–33.
4. ГОСТ СССР 21153.8-88. Породы горные. Метод определения предела прочности при объемном сжатии. Москва, издательство стандартов, 1988; International Society for Rock Mechanics, 1981, Suggested Methods for Determining the Strength of Rocks Materials in Triaxial Compression. Rock Characterization Testing and Monitoring – ISRM Suggested Methods, p.123–127)
5. Латыпов И.Д., Исламов Р.А., Сулейманов Д.Д., Геомеханические исследования Баженовской свиты. Научно-технический вестник ОАО НК «Роснефть», 2013, Выпуск 2, с. 20–24.
6. Корчагин С.А., Чемоданов В.Е. Как можно оценить характеристики растяжения горной породы на установках, моделирующих ее сжатие в пластовых условиях. Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса, №6, 2015, с. 17–21.
7. Рабинович Н. Р. Инженерные задачи механики сплошной среды в бурении, М.: Недра. – 1989. – 270с.
8. Тимошенко С.П. Сопrotивление материалов, т.2, М, Наука, 1965.

## МОНИТОРИНГ ОПАСНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ Г. ТОМСКА

**Т.В. Коржова**

Научный руководитель старший преподаватель А.В. Леонова

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия**

Опасные геологические процессы и явления очень важный критерий при оценке как населенных территорий, так и территорий предполагаемого освоения. Их значимость обусловлена вероятностью неблагоприятных последствий при строительстве и эксплуатации любого типа сооружений. Наличие опасных геологических явлений и процессов значительно усложняет инженерно-геологические условия территории и, как следствие, освоение или эксплуатацию сооружений на участках их распространения, так как увеличение техногенной нагрузки усугубляет активность и воздействие.

На территории г. Томска исследователями выявлены различные по причине происхождения опасные экзогенные процессы, а именно: оползни, оврагообразование, пльвуны, заболачивание, криогенные процессы, подтопление, суффозия и речная эрозия. Широкое распространение в границах города имеют оползни и овраги.

Исследования экзогенных геологических процессов продолжают много лет по причине их возможного опасного проявления. Это обуславливает необходимость режимных наблюдений за активностью экзогенных геологических процессов – мониторинга. Целью проведения мониторинга является изучение условий и активности проявления опасных геологических процессов и явлений. Наблюдения проводятся не повсеместно, а на участках развития экзогенных геологических процессов [4]. Задачей проведения режимных наблюдений является своевременное выявление и прогнозирование развития опасных геологических процессов, влияющих на безопасное состояние геологической среды, в целях разработки и реализации мер по предупреждению и ликвидации ЧС, для обеспечения безопасности населения и объектов экономики страны в природных ЧС [1]. Мониторинг осуществляется по специально организованным пунктам наблюдения. Основные показатели, характеризующие проявления опасных геологических процессов: динамика проявления, пораженность территории, факторы образования, оценка воздействия процессов на объекты хозяйственной деятельности [2].

Проведение мониторинга, как и любая другая деятельность недропользователя регламентируется нормативными документами. ГОСТ Р 22.1.06-99 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОПАСНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ И ПРОЦЕССОВ» - стандарт, определяющий состав и содержание работ по мониторингу состояния недр. Документом определяется не только мониторинг, но и прогнозирование. Мониторинг включает в себя следующие характеристики явления: образующий фактор, наблюдаемый параметр и метод наблюдения. К характеристикам прогноза относятся: частота наблюдений, характеризуемый параметр, способ прогноза и критерий принятия экспертного решения об опасности геологического явления [1]. Одним из способов прогноза является расчет коэффициента устойчивости склона.

Большой вклад в изучение оползневых процессов на территории г. Томска внесли такие ученые, как В. Е. Ольховатко, М. Г. Рутман, Г. Г. Щербак, А. А. Краевский, В. А. Макушин, Б. А. Егоров. В своих работах они рассматривают важные характеристики явления, это и идентификация оползнеопасных участков с оценкой риска, и устойчивость геосистем, и мониторинг и закономерности изменчивости свойств и грунтов и др.

Рассмотрим ранее упомянутый опасный геологический процесс – оползень, широко распространенный на территории г. Томска на склоне Лагерного Сада. Здесь насчитывается около 30 оползней разного вида. Многие исследователи основной причиной развития оползней называют интенсивное обводнение грунтового массива за счет не только поверхностных и подземных, но и техногенных вод. Для проведения противооползневых мероприятий на территории Лагерного Сада был разработан комплексный проект. Он включает в себя, уполаживание склона, его вертикальный дренаж, отвод поверхностных вод и устройство дренажной горной выработки для осушения оползневого склона. Еще оползневому процессу подвержен склон в мкр. Солнечный. Оползень там находится вблизи жилого дома. На этом участке большую роль в развитии оползневого процесса сыграл именно техногенный фактор [3]. При застройке территории на склон значительно увеличилась нагрузка. Еще одной причиной стал вырытый для строительства детского сада котлован, который постепенно заполнился водой, что привело к увлажнению грунта и развитию оползня. В результате в основании дома появились трещины, оползень разрушил гаражные постройки.

Мониторинг на таких участках необходим для исследования динамики развития процессов и эффективности разработанных мероприятий.

К методам наблюдений за оползнями, согласно ГОСТ Р 22.1.06-99 относят: маршрутно-визуальное обследование, аэрофотосъемка наклона и деформаций с использованием глубинных реперов, гидрогеологический метод с использованием режимных скважин, геодезический метод с использованием GPS и лазерных технологий, геофизический метод с использованием наземных, скважинных и межскважинных наблюдений; анализ временных рядов быстроменяющихся факторов и анализ бюллетеней сейсмических, геодинамических и техногенных событий. Частота наблюдений с целью прогнозирования - регулярные наблюдения с опросом населения не реже одного раза: в год, для долгосрочного прогноза; в месяц, для среднесрочного прогноза; в день, в час, для краткосрочного (в зависимости от критичности ситуации) [1].

Другой опасный процесс – оврагообразование. Овраг — это эрозионная форма рельефа, образующаяся в результате деятельности поверхностных вод, однако, предпосылки могут быть разного характера. Чем грунт менее устойчив к размыву, тем выше вероятность образования оврага. В городе Томске овраги распространены на территории мкр. Каштак. В изучении процесса оврагообразования горы Каштачной отмечают следующих авторов: Л. А. Рождественская, Д. А. Новиков, Н. В. Осинцева, А. А. Савина и др. В результате их исследований выявлены причины развития процессов, по мнению Л.А. Рождественской основной фактор техногенный: тропинки, дороги, распашка склонов. Д.А. Новиков называет причиной выходы многочисленных родников. Еще одной причиной развития оврага является геологическое строение склона, а именно залегание в верхней части лессовидных легкоразмываемых суглинков. Для уменьшения разрушительного воздействия оврагообразования проводятся следующие мероприятия: закрепление склонов, их вершин и русел бетонированием, озеленение и засыпка. Так как в настоящее время процесс очень активный необходимо более детальное изучение и непрерывные наблюдения за изменениями форм и размеров, скоростью процесса и другими показателями.

К наблюдаемым показателям, согласно ГОСТ Р 22.1.06-99 за овражной эрозией относят: площадная пораженность территории и глубина, скорость развития эрозии, угол наклона тальвега, уровень грунтовых вод, коэффициент фильтрации, продолжительность проявления, водно-физические и прочностные свойства грунтов и др. Мониторинг осуществляется визуальными и инструментальными методами за образованием и развитием продольного профиля оврага, аэрофотосъемкой, а так же гидрологическим, геологическим, гидрогеологическим, морфометрическим, геодезическим, геофизическим методами и методом ландшафтной индикации. Наблюдения проводят с периодичностью, определяемой активностью овражной эрозии и интенсивностью воздействия метеорологических, гидрологических и техногенных факторов [1].

## СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

---

На территориях, подверженных проявлению опасных геологических процессов, проводят мероприятия инженерной защиты территорий. Регламентируются мероприятия по инженерной защите территории СП 116.13330.2012 «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов» [6].

При организации борьбы с оврагами и оползнями следует исходить из того, что образование и рост оврагов вызывается концентрированными потоками воды, поступающей с водосборной площади. На летний период приходится максимальное количество осадков (около 80%). Снежный покров обычно устанавливается в конце октября, ему предшествует период дождей. Весной снеготаяние начинается в апреле [5]. В связи с этим считаю необходимым в теле оползня установить деформационные марки и измерять смещение оползневого тела каждый месяц, а в дождливые месяцы дважды. Для мониторинга за оврагами необходимо организовать стационарные наблюдения, и проводить фиксацию линейного и площадного прироста оврагов, увеличения их в глубину с той же периодичностью, что и для оползней.

Так как в настоящее время развитие оползней и оврагов на территории г. Томска не прекратилось рекомендуется проводить противооползневые и противоовражные мероприятия. Мероприятиями для прекращения роста оврагов может быть создание водозадерживающих, водоотводящих валов или ступенчатых перепадов и быстротоков, укрепление бортов и вершин оврагов путем их террасирования, уположение склонов, посадки растительности. Из противоовражных мероприятий рекомендуется дополнительный поверхностный дренаж.

### Литература

1. Оползневые процессы на территории Лагерного Сада. г. Томск. // Региональный центр Томскгеомониторинг [Б.д.]. URL: <http://www.tgm.ru>.
2. ГОСТ Р 22.1.06-99 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОПАСНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ И ПРОЦЕССОВ».
3. Лыготин В. А., Макушин Ю. В., Егоров Б. А. Мониторинг экзогенных геологических процессов на территории СФО // Разведка и охрана недр – Москва, 2007. - №7. – С. 41–45.
4. Ольховатенко В. Е., Лазарев В. М., Филимонова И. С. Геоэкологические условия территории г. Томска и их влияние на городскую застройку // Вестник МГСУ – Москва, 2012. - №4. – С. 131 – 139.
5. СП 116.13330.2012 «ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ТЕРРИТОРИЙ, ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ОТ ОПАСНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ».
6. Рогов, Геннадий Маркелович. Проблемы использования природных вод бассейна реки Томи для хозяйственно-питьевого водоснабжения / Г. М. Рогов, В. К. Попов, Е. Ю. Осипова; Томский государственный архитектурно-строительный университет. — Томск: Изд-во ТГАСУ, 2003. — 218 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ АТМОСФЕРНЫХ ЯВЛЕНИЙ В СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ ЛАГЕРНОГО САДА ГОРОДА ТОМСКА

И.Е. Курулюк

Научный руководитель профессор Л.А. Строкова

*Научный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Актуальность исследования связана с созданием системы прогнозирования и оценки оползневых явлений, для которой требуется изучить местность, где будет данная система применяться. Для этого есть необходимость оценить факторы, влияющие на активность оползневых явлений в Лагерном саду, в частности, оценить степень влияния атмосферных явлений.

Целью настоящей работы является оценка степени корреляции активности проявлений оползневых явлений на территории Лагерного сада с количеством атмосферных осадков в г. Томске.

Задачи:

Оценить количество атмосферных осадков в городе за последние 10 лет, в том числе определить средние и максимальные показатели

Определить степень активности оползневых явлений за последние 10 лет

Проанализировать возможность и степень взаимосвязи между активностью проявлений оползневых явлений и количеством атмосферных осадков

Природные особенности Лагерного сада

Особенности геологического строения и геоморфологии территории обусловлены расположением ее на сочленении двух структур: эпигерцинской Западно-Сибирской плиты и Томь-Кольванской складчатой зоны. Основание геологического разреза представлено отложениями нижнего карбона (C1) – сланцами, песчаниками и алевролитами. Толщу карбона перекрывают отложения мел-палеогеновой коры выветривания, которая отсутствует лишь в русле р. Томи. Представлены отложения коры выветривания преимущественно алевролитами и глинами. Осадки четвертичного периода представлены глинами и суглинками серого, голубоватого, зеленоватого и коричневого оттенков. Сверху они перекрыты лёссовидными суглинками. В связи с глинистым составом пород, слагающих склоны, активность оползневых явлений увеличивается с повышением влажности грунта. Увлажнение грунта может происходить как грунтовыми водами, так и за счет выпадения осадков.

Окрестности г. Томска характеризуются расчленённым рельефом, который сформировался в результате блоковых неотектонических движений и водной эрозии. Наиболее низкие абсолютные отметки наблюдаются в долине р. Томи, где в межень они составляют 71 м у Лагерного сада в г. Томске. Климат района континентальный с теплым летом и холодной зимой. Среднегодовая температура в г. Томске составляет  $-0,5^{\circ}\text{C}$  при абсолютном максимуме  $+36...+38^{\circ}\text{C}$  в июне и июле и минимуме до  $-55^{\circ}\text{C}$  в феврале. Преобладающими являются южные ветры с наибольшей повторяемостью зимой (47-51%). Снег ложится в конце октября и сходит в конце апреля. Длительность снежного покрова около 180 дней, его высота достигает 60-80 см. Повсеместно развита сезонная мерзлота с глубиной промерзания грунтов от 0,5-0,6 м на торфяниках до 3,5 м на песках при средней величине 1-2 м. По количеству атмосферных осадков (около 450-590 мм/год) территория относится к зоне избыточного увлажнения, что обуславливает широкое развитие процессов заболачивания. Основная часть территории дренируется р. Томью и её притоками. Характерной особенностью р. Томи являются крутой, нередко скалистый правый берег, меандрирование и большое количество стариц. Наибольший расход воды приходится на весенний паводок ( $17\ 800\ \text{м}^3/\text{с}$ ), начинающийся с ледоходом в апреле. В летнюю и зимнюю межень расход воды уменьшается соответственно до  $173$  и  $53\ \text{м}^3/\text{с}$ . Ширина долины р. Томи в пределах пойменной террасы варьирует от 3 до 11 км при ширине русла 250-350 м и глубине в межень до 1,5 м

Анализ метеоданных

В качестве исходных данных для оценки уровня осадков были использованы данные измерений с метеостанции г. Томск, находящиеся в открытом доступе:

Атмосферное давление, среднее значение на уровне метеостанции г. Томск (ежемесячные данные)

Температура воздуха в районе метеостанции г. Томск (ежемесячные данные, рис. 1)

Количество осадков в районе метеостанции г. Томск (ежемесячные данные, рис. 2)

Также были использованы находящиеся в открытом доступе данные о подвижках наблюдаемых оползней в Лагерном Саду (ежеквартальные данные)

Степень активности будем определять, как суммарную величину сдвига в сантиметрах (рис. 3).

Несмотря на некоторое совпадение поведения графиков, говорить о численной оценке корреляции между атмосферными явлениями и оползневой активностью в настоящем исследовании нельзя в связи с недостаточностью данных о подвижках оползней. Однако использование подобных данных в системе прогнозирования является необходимым для уточнения процесса прогнозирования и оценки, поскольку количество осадков является одним из ключевых факторов активности оползневых процессов не только в Томской области, но и по всей территории Земли.

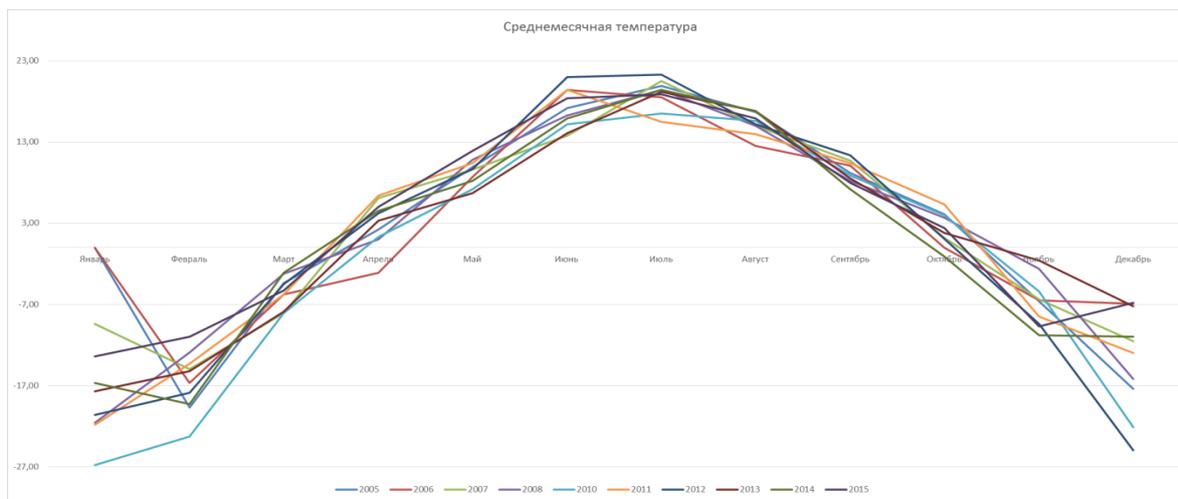


Рис.1 Графики среднемесячных температур

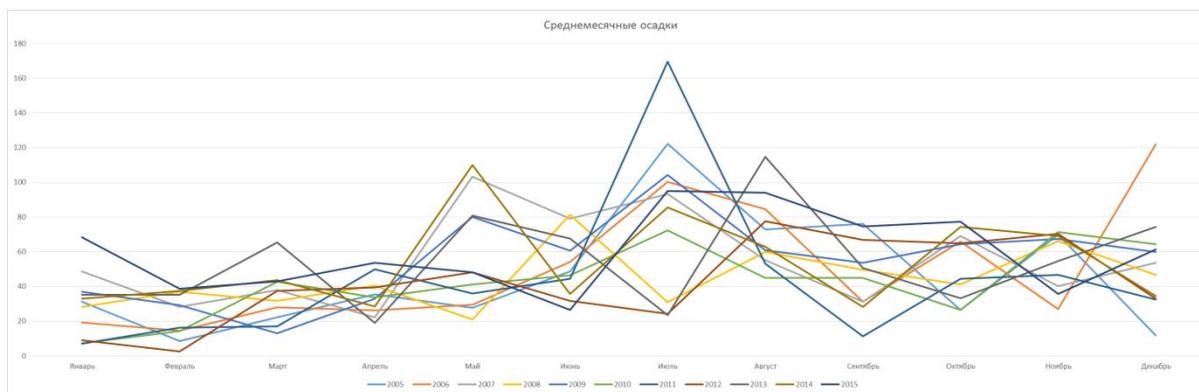


Рис.2 Графики среднемесячных осадков

**СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЯХ**

---



*Рис.3 График суммарных подвижек по годам*

Литература

1. Емельянова Т.Я. Инженерная геодинамика. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – 134 с.
2. Состояние геологической среды (недр) на территории Томской области в 2005 г.: Информационный бюллетень. – Томск: ОАО «Томскгеомониторинг», 2006 (и последующие до 2015 гг.) – 118 с.
3. Егоров Б.А., Скогорев А.И. и др. Обобщение и анализ геологических, гидрогеологических и инженерно-геологических материалов по территории г. Томска с целью обоснования проведения картографирования м-ба 1:25000. – Томск: ОФ «Томскнефтегазгеология», 1997. – 50 с.
4. Парначёв В.П., Парначёв С.В. Геология и полезные ископаемые окрестностей города Томска: Материалы к полевой геологической экскурсии: Справочное пособие. - Томск: Томский государственный университет, 2010. - 144 с.

**АНАЛИЗ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТЕРРИТОРИИ КРАСНОДАРСКОГО  
КРАЯ НА ОСНОВЕ ТЕМАТИЧЕСКИХ ЦИФРОВЫХ КАРТ**

**А.О.Лопухова**

Научный руководитель доцент И.В. Иванусь  
**Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия**

Влияние на формирование инженерно-геологических условий оказывают современное геологическое строение, инженерно-геологические и геологические процессы, геоморфология, климат, а также хозяйственная деятельность человека. Кроме того, они способствуют их активному изменению [3].

В качестве объекта исследования выступила территория Краснодарского края.

Этапы выполнения работы:

1. Анализирование имеющегося картографического материала по инженерно-геологическим условиям Краснодарского края. Первая карта инженерно-геологического районирования под редакцией М.И. Черкасова (РГУ, г. Ростов-на-Дону) была построена в 1968 году, которая являлась вспомогательным материалом при изысканиях тех лет. В 1983 г. Д.Г. Гонсировским (ЦКГЭ, г. Ессентуки) была издана карта инженерно-геологического районирования Северного Кавказа (М 1:500000). Краснодарский край имеет большой объем инженерно-геологической информации, так как за последнее десятилетие были произведены большие объемы изыскательских работ.

Первые работы по составлению карты инженерно-геологического районирования начались в 2002 г. на базе ГУСНПП «Краснодарберегозащита». Составлением карты и организацией работ занимались высококвалифицированные специалисты изыскательских организаций. В тот момент карта не была доработана. Вскоре была выполнена научно-практическая работа по составлению карты в масштабе 1:200000, которая была воспроизведена и доработана в соответствии с техническим заданием комитета по архитектуре и градостроительству Краснодарского края от 22 ноября 2004 г [2]. Карта инженерно-геологического районирования была разделена на благоприятные участки для строительства (двадцать шесть участков зеленого цвета), условно благоприятные для строительства (сто сорок участков желтого цвета), не благоприятные для строительства (сто двадцать три участка красного цвета). В целом, авторы пришли к такому мнению, что в пределах изучаемой территории практически нет простых инженерно-геологических условий [2].

В период с 1978 по 1982 г. Краснодарской геологоразведочной экспедицией проводилось региональное обследование экзогенных геологических процессов, в результате чего были составлены карты пораженности хозяйственных объектов и территории Краснодарского края воздействию экзогенных геологических процессов, карты условий развития и распространения этих процессов и т.д. Также в пределах изучаемой территории были выделены стратиграфо-генетические комплексы пород, с характеристикой вероятного развития различных типов экзогенных геологических процессов [5].

Изучение возможностей ГИС-технологий для создания карт геологического содержания. Одно из главных понятий в ArcGIS – слой. Географическая информация отображается на картах в виде слоев, где каждый слой представляет определенный тип объектов, например, реки, озера, дороги, административные границы и т.д. В слое не хранятся реальные географические данные, вместо этого он указывает на данные, которые хранятся в покрытиях, шейп-файлах, базах геоданных, изображениях, гридах и т.д. Таким образом, ссылка на данные позволяет слоям на карте автоматически отражать наиболее современную информацию из базы данных географической информационной системы (ГИС) [1].

Оцифровка существующей картографической информации и создание новой карты инженерно-геологического районирования. Источниками для создания карт послужили карты-схемы распространения экзогенных геологических процессов Измайлова Я.А., которые были получены в результате регионального обследования территории Краснодарского края Краснодарской геологоразведочной экспедицией в период с 1978 по 1982 г.

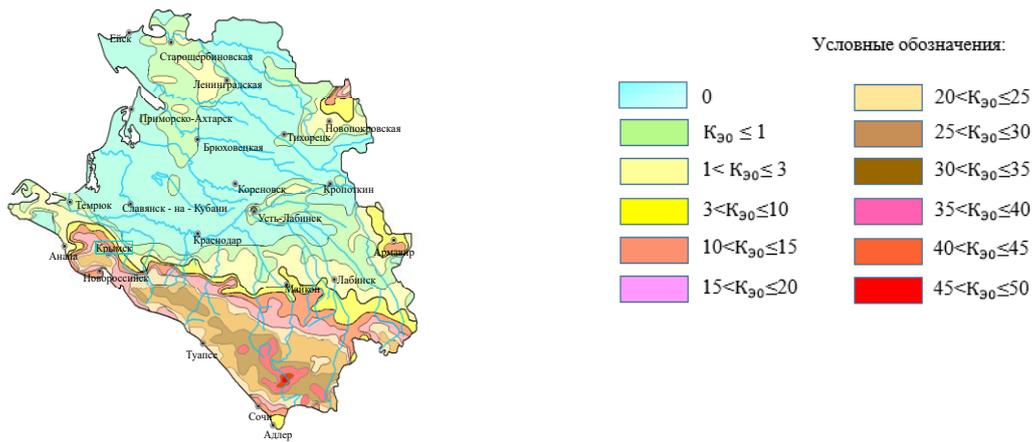


Рис. 1 Электронно-цифровая карта интенсивности развития форм эрозии временных водотоков (от автора, 2018г.)

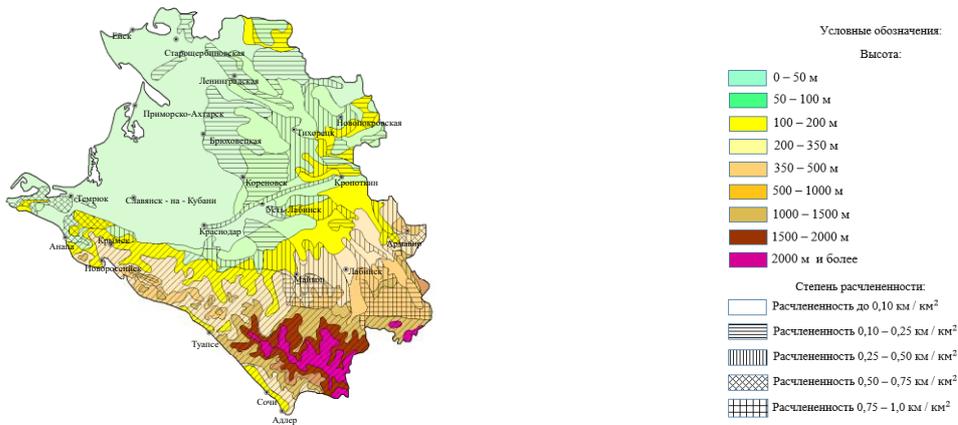


Рис 2 Электронно-цифровая карта густоты овражно-балочной сети (от автора, 2018г.)

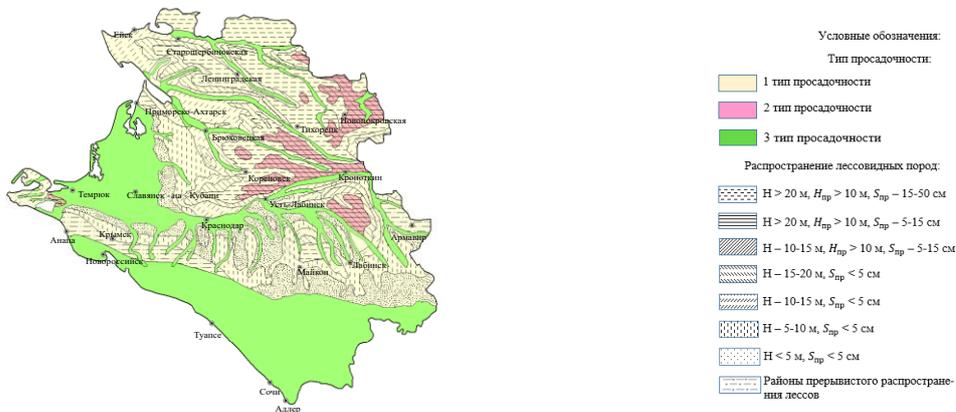
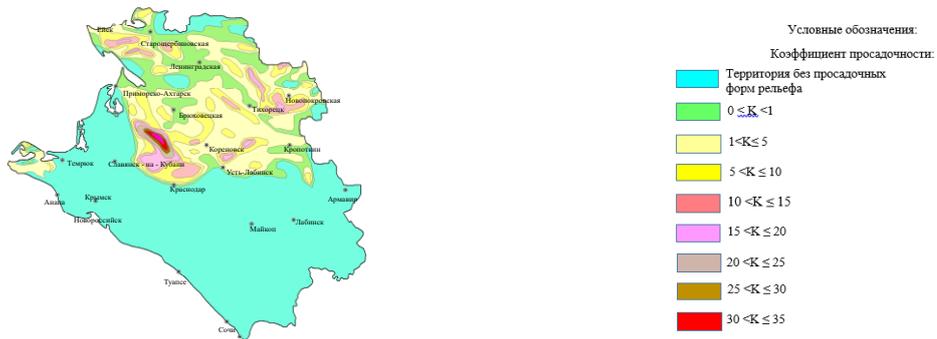
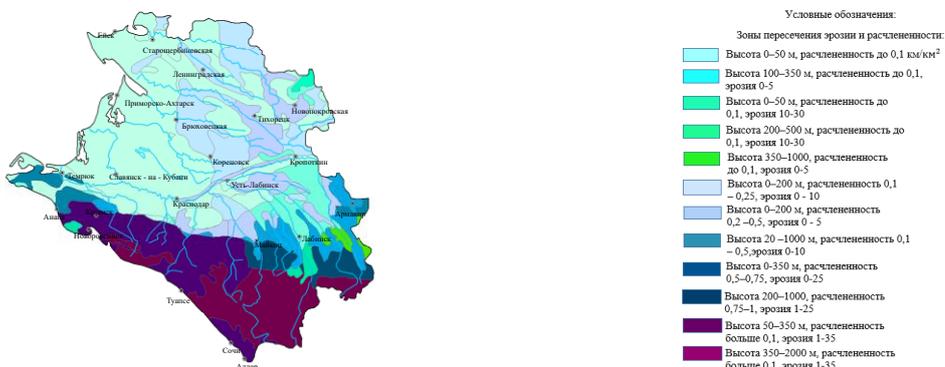


Рисунок 3 Электронно-цифровая карта распространения лессовидных пород (от автора, 2018 г.)

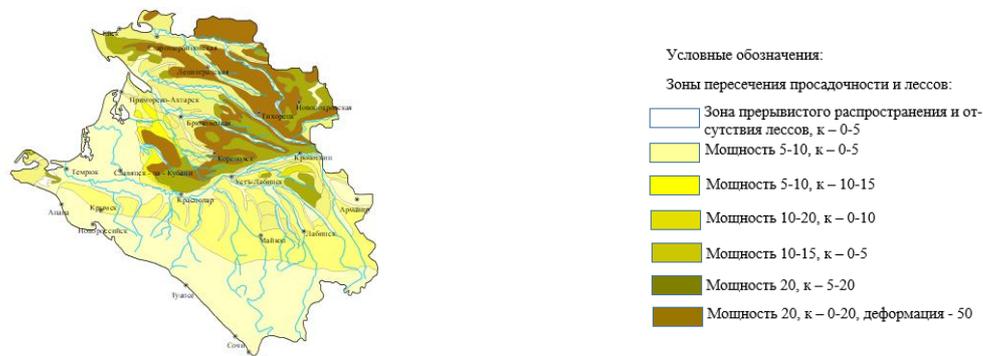
**СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЯХ**



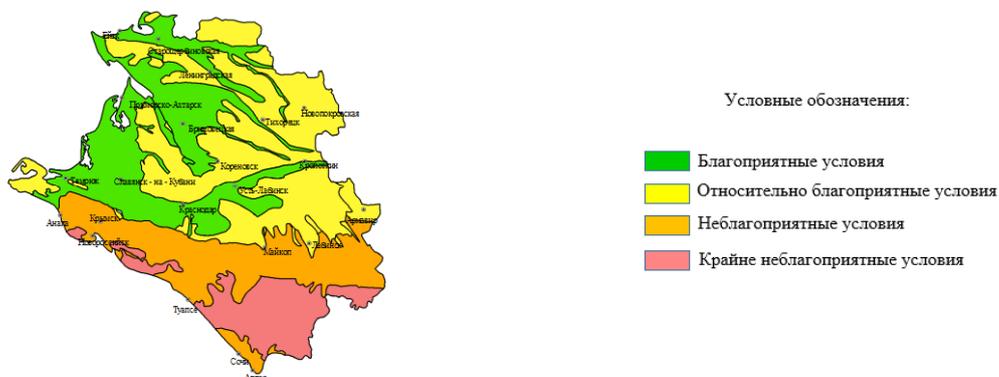
**Рис 4 Электронно-цифровая карта размещения проницаемых форм рельефа (от автора, 2018 г.)**



**Рис.5 Карта совмещения схем интенсивности форм эрозии и густоты овражно-балочной сети (от автора, 2018г.)**



**Рис. 6 Карта совмещения схем распространения проницаемых форм рельефа и лессовидных пород (от автора, 2018 г.)**



**Рис. 7 Карта оценочного инженерно-геологического районирования Краснодарского края (от автора, 2018 г.)**

На территории Краснодарского края широкое распространение имеют текущие воды. И хотя они носят временный характер, в преобразовании рельефа и формировании отложений играют огромную роль.

Для более полной характеристики эрозионного процесса на изучаемой территории в программе ArcGIS была создана электронно-цифровая карта интенсивности развития эрозионных форм временных водотоков, представленная на рисунке 1.

Как следствие вышеописанного процесса, далее можно рассмотреть расчлененность территории Краснодарского края овражно-балочной сетью. Для последующей компоновки электронно-цифровых карт для оверлейных операций карта также была преобразована в векторный вид в программе ArcGIS. Данная операция представлена на рисунке 2.

Рисунок 2 наглядно показывает, что чем большую высоту имеет территория, тем соответственно и расчлененность повышается. Это связано с большими уклонами и мощной силой потоков, стекающих с них.

На изучаемой территории просадочные процессы развиты очень широко и приурочены к лессовидным породам. Эти грунты являются специфическими, поэтому для анализа инженерно-геологических условий Краснодарского края процесс просадочности и лессовые грунты рекомендуются к рассмотрению. На рисунке 3 представлена электронно-цифровая карта распространения лессовидных пород на территории Краснодарского края.

При просадочных деформациях лессовых грунтов возможно появление просадочных форм рельефа. Они имеют широкое распространение на равнинной части Краснодарского края. На рисунке 4 представлена электронно-цифровая карта размещения просадочных форм рельефа, созданная в программе ArcGIS [4].

Далее для сравнения полученных карт-схем, потребовалось провести оверлейные операции. Оверлейные операции – это действия, в результате которых выполняется объединение пространственных характеристик покрытий ARC/INFO в новый слой и реляционное соединение их атрибутивных данных. На рисунке 5 и 6 представлены результаты совмещения карт, размещенных на рисунках 1,2 и 3,4 соответственно.

Для анализа инженерно-геологических условий была создана карта оценочного инженерно-геологического районирования, представленная на рисунке 7.

Благодаря тому, что для анализа были выбраны разные геологические процессы, удалось создать оценочную карту, в которой участки со схожей степенью оценки благоприятности были объединены в 4 района:

1. Район благоприятных условий для строительства (выделен зеленым цветом);
2. Район относительно благоприятных условий для строительства (выделен желтым цветом);
3. Район неблагоприятных условий для строительства (выделен оранжевым цветом);
4. Район крайне неблагоприятных условий для строительства (выделен красным цветом)

#### Литература

1. Ананьев, Ю.С. Геоинформационные системы. Учеб. пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2003. – 70 с.
2. Водопьянова, О.Г. Карта инженерно-геологического районирования для строительства Краснодарского края, масштаб 1:200000 / О.Г. Водопьянова, Л.И. Чередниченко, А.Н. Батурина, И.Л. Кухарев. – Краснодар, 2004.
3. Ломтадзе, В.Д. Инженерная геология и геодинамика Текст.: учеб. для вузов по спец. «Гидрогеология и инженерная геология» / В.Д.Ломтадзе. Л.: Недра, 1977.- 511 с.; 22 см.- Библиогр.: с. 508–510
4. Молоков, Л.А. Инженерно-геологические процессы Текст. / Л.А.Молоков.
5. Отчет о результатах регионального обследования экзогенных геологических процессов на территории Краснодарского края (отчет Лазаревской и Азово-Кубанской гидрогеологических партий за 1978-1982 г.г.)

## ПРОГНОЗ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ С ВОДОПОНИЖЕНИЕМ

И. М. Мулин

Научный руководитель доцент А. А. Потапов

*Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле, кафедра гидрогеологии, Санкт-Петербург, Россия*

В настоящее время на территории одного из городов европейской части России ведется строительство подземной части значимого объекта социальной инфраструктуры. В конце августа 2017 г. на территории участка строительства произошло контролируемое затопление котлована, вызванное прорывом подземных вод в основании выработки на глубине порядка 15 м. Для возобновления и завершения строительных работ был проведен комплекс инженерно-гидрогеологических работ с целью уточнения информации о гидрогеологических условиях на площадке строительства подземного сооружения.

Основная цель исследований заключалась в гидрогеологическом обосновании организации системы дренажа для обеспечения безопасного завершения строительных работ в пределах подземной части сооружения. Следует отметить, что в современном законодательстве Российской Федерации, применительно к изысканиям, проводимым под строительство гражданских зданий и сооружений, инженерно-гидрогеологические изыскания отсутствуют как самостоятельный вид работ. Соответственно, четких норм и требований к видам и объемам «чисто» гидрогеологических работ, необходимых к выполнению при подобных аварийных ситуациях, нет. В такой ситуации на первый план выходят квалификация и опыт специалиста-гидрогеолога, в конечном счете, ответственного за принятие решения на подобных «аварийных» объектах

Для обоснования проектных решений на участке строительства выполнялись следующие виды работ:

– буровые работы: были пробурены 6-ть опорных инженерно-геологических и 12-ть специализированных гидрогеологических скважин;

## **СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

---

– опытно-фильтрационные работы: 12 одиночных и 5 кустовых откачек на разные части гидрогеологического разреза;

– интерпретация результатов гидрогеологического опробования [1];

– расчеты по обоснованию системы водопонижения.

По результатам проведенных гидрогеологических исследований в гидрогеологическом разрезе в пределах проектного интервала глубин были выделены следующие водоносные горизонты:

– локальный техногенный водоносный горизонт (t IV) представлен насыпными грунтами;

– водоносный локально водоупорный неогеново-четвертичный терригенный комплекс (N-Q) на площадке строительства представлен водоносным горизонтом аллювиальных отложений (a III–IV). Горизонт представлен двумя подгоризонтами:

1) первый подгоризонт на большей части площадки сложен супесями с отдельными самостоятельными прослоями пылеватого песка;

2) второй подгоризонт приурочен к пескам пылеватым, мелким, средне- и крупнозернистым;

– терригенно-карбонатный комплекс, представленный водоносным горизонтом терригенных отложений немдинской свиты (P<sub>2</sub> nm).

По результатам исследований установлено:

а) вся верхняя часть изученного гидрогеологического разреза представляет собой единую гидравлическую систему взаимосвязанных между собой горизонтов;

б) нижняя часть гидрогеологического разреза в пределах нижней части аллювиального горизонта и горизонта коренных отложений является наиболее проницаемой с коэффициентами фильтрации в десятки и сотни метров в сутки, верхняя часть неогеново-четвертичного терригенного комплекса имеет коэффициенты фильтрации от сотен долей до первых метров в сутки;

в) на территории участка выявлена плановая фильтрационная неоднородность, обусловленная наличием переуглубленной долины реки мощностью до 60 м.

В результате проведенных работ была получена информация, достаточная для обоснования системы водопонижения, проектируемой для обеспечения безопасного завершения строительных работ в пределах подземной части сооружения, а также для прогноза изменения гидрогеологических условий при строительстве объекта, в том числе, с учетом возможных просадок земной поверхности при работе дренажного контура.

### **Литература**

1. Синдаловский Л. Н. Программная поддержка интерпретации опытно-фильтрационных работ на участках загрязнения подземных вод: Автореферат Дис. ... канд. геол.-минер. наук. – СПб., 1998. – 20 с.

## **ПРИРОДНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ ЭЛЕГЕСТ- КЫЗЫЛ-КУРАГИНО**

**Ю.Ю. Надеждина**

Научный руководитель профессор Л.А. Строкова

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Эффективность развития экономики еще с древних времен во многом зависела от транспортного сообщения, от качества дорог, протяженности, возможности проложения пути. В настоящее время огромную роль в развитии промышленности играет железнодорожная сеть. Сибирь является лидирующим регионом по запасам различных видов ресурсов, в частности угля. Круглогодичная транспортировка угля и других видов полезных ископаемых, как для промышленных целей, так и бытовых делает железную дорогу важнейшим элементом транспортной инфраструктуры Сибири. Из-за сложной доступности остаются еще не разработанными многие месторождения. Так в республике Тыва до настоящего времени нет полноценно функционирующей железной дороги, хотя, регион по своим запасам является перспективным. Сложности при строительстве железных дорог обусловлены множеством факторов. Важнейшим является пересечение путей сообщения множества геоморфологических структур и в целом сложное физико-географическое положение.

Планируемая протяженность железнодорожной линии Кызыл-Курагино составит приблизительно 410 км, из них 290 километров будет проходить по территории Красноярского края, 120 км, непосредственно, по территории Тувы по долине реки Эрбек. Нагрузки на железнодорожное полотно будут значительные. Суммарные объемы грузовых перевозок только в первый год установлены 2 млн тонн, на второй – пятый годы – 12 млн тонн, на последующие – 15 миллионов. Скорость для грузовых поездов составит 90 км/ч, пассажирских 120 км/ч. Максимальная разрешенная масса нагруженных поездов – 6 тысяч тонн [1].



Рис. 1 Расположение железнодорожной линии Элегест-Кызыл-Курагино

В административном отношении район исследований находится на юге Красноярского края на территории Курагинского, Каратузского и Ермаковского районов. В разные периоды времени проводились геологические и инженерно-геологические исследования. Первые сведения о геологическом строении района были опубликованы во второй половине XIX века, по результатам маршрутных исследований Н.М. Мартянова, И.Д. Черского и др. В начале XX века исследования проводили Я.С. Эдельштейн и Д.В. Соколов. Особое внимание было уделено четвертичным образованиям. В 1950 году «Енисейстрой», трест «ЗапСибнефтегеология» и «Минусинскнефтегазразведка» на правом берегу р.Тубы проводили детальные геологоразведочные работы на ур.а масштаба 1:10 000 под руководством Е.И. Пирумова и И.И. Акинфиева. 1948-1949 год примечательны трудами Н.А. Белякова и В.С. Мелешенко, результатом которых стала схема расчленения девонских отложений Южно-Минусинской котловины. В 1932 Ф.А. Головачев исследовал истоки р.Тубы на предмет гидроэнергоресурсов. В результате были составлены краткое геологическое, геоморфологическое описание и схематическая карта долины р. Казыр масштаба 1:1 000 000. Экспедиция из трех человек во главе с А.М. Кошурниковым в 1942 году проводила изыскания долины р. Казыр для оценки условий строительства железной дороги. При трагическом стечении обстоятельств во время изысканий все члены экспедиции погибли, однако, найденные

дневники А.М. Кошурникова содержат ценные сведения о проделанной работе. В более поздние годы 1980-1984 проводились изыскания «Сибгипротрансом», «Томгипротрансом» под различные виды строительства.

Регион характеризуется тремя типами рельефа. Эрозионный рельеф охватывает бассейн реки Амыл. Эрозионные уступы и борозды развиты на крутых склонах долин рек, созданы временными водными потоками и снежными лавинами. Главными рельефообразующими факторами послужили глубинная и боковая эрозия, процессы плоскостного смыва, гравитационные перемещения. Эрозионно-аккумулятивный рельеф включает в себя плоские поверхности пойм, двух надпойменных террас и холмистую равнину в области распространения озерно-аллювиальных отложений. В долинах мелких рек поймы обычно имеют ширину 500 – 250 м, крупных – до 2-3 км. Надпойменные террасы встречаются только в долинах крупных рек – Казыра, Амыла и Копи. Уступы террас выражены отчетливо, высота первой террасы 6-8 м, второй 12-18-20 м. Поймы рек чаще заболочены. Эрозионно-денудационный низкогорный сглаженный рельеф характерен для правобережья р. Амыл, междуречья Сапа и Копи, где обрамляет область среднегорья. Для данного рельефа характерны водоразделы с плоскими гребнями и пологими склонами, широкие долины, днища которых часто заболочены.

Район проведения работ расположен в I строительной климатической зоне [2]. Климат рассматриваемой территории резко континентальный с жарким коротким летом (3-3,5 мес.) и снежной продолжительной зимой. Среднегодовая температура воздуха минус 5,4 °С. Распределение осадков неравномерное. Их количество для северной (равнинной) части составляет 290-300 мм, для южной (горной) – 400-420 мм. Гидрографическая сеть района принадлежит бассейну р. Енисей. Наиболее крупный водоток на рассматриваемой территории р. Тайгиш с ее левым притоком – руч. Кедран (устьевая часть) и правым притоком – р. Мутная Речка.

В экономическом отношении территория изысканий представляет собой сельскохозяйственный район, где земледелие преобладает над скотоводством. Отчетливо выражены следующие ландшафтно-растительные зоны: южно-сибирские луговые степи и остепенённые луга в сочетании с лиственничными и сосновыми лесами, сосновые и лиственнично-сосновые южно-таежные центрально-сибирские леса, горно-таежные темнохвойные южно-сибирские леса, горные южно-сибирские лиственничные и кедрово-лиственничные леса.

По схеме структурно-геологического районирования территории Красноярского края территория относится к Минусинской (Южно-Минусинской) впадине системы впадин Минусинского прогиба. К верхнему протерозою относятся осадочные толщи. Нижнепалеозойские структуры образуют дислоцированные и прорванные интрузиями преимущественно кембрийские осадочные толщи и выступающие в ядрах антиклинальных складок отложения протерозоя. Во впадинах Минусинского прогиба нижнепалеозойские отложения скрыты под чехлом осадочных пород девонского, каменноугольного, пермского, а на севере, ближе к южной окраине Чулымской синеклизы, – юрского и мелового возраста.

Четвертичные отложения Южно-Минусинской котловины практически повсеместно залегают на размывтой пенепленизированной поверхности пермских отложений и сложены аллювиальными и пролювиально-делювиальными образованиями. Отложения представлены мощностью до 16,5 м. Серые глины с переслаиванием

## СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

---

песчанистых и пластичных разностей залегают на неровной эродированной поверхности коренных пород. Максимальная мощность глин достигает 190 м, средняя колеблется от 40 до 100 м. Глины перекрываются суглинками, мощность которых составляет 12-14 м. Они постепенно переходят в 14-20-метровую пачку лессовидных суглинков. На размытой поверхности глинистых осадков на поверхностях водоразделов залегают желто-серые супеси, мелкозернистые пески и лессовидные породы с выклинивающимися прослоями глин. Средняя мощность этих отложений изменяется в пределах от 30 до 60 м. Террасовый комплекс четвертичных отложений представлен аллювиальными образованиями надпойменных террас и поймы рек. Мощность отложений надпойменных террас колеблется от 6 до 20 м [5].

Отложения пойм рек и ручьев представлены желтовато-бурыми глинами с прослоями песка, гравия и галечников и темно-серых глин. В долинах крупных рек нередко преобладание обломочного материала разной степени окатанности. Мощность пойменных отложений не превышает 15 м.

Район исследований характеризуется сложными гидрогеологическими условиями. Выделяются следующие водоносные комплексы четвертичных отложений: терригенно-карбонатно-вулканогенных образований верхнего рифея-кембрия, вулканогенно-терригенных образований ордовика-девона, зон трещиноватости разновозрастных интрузий, зон тектонических нарушений. В четвертичных образованиях выделяются три водоносных комплекса: аллювиально-пролювиальный комплекс в дельтах речных долин без поверхностного стока; дельвиально-пролювиальных, дельвиально-солифлюкционных отложений приурочен к конусам выноса; аллювиальный горизонт выделен в поймах и надпойменных террасах рек.

Для рассматриваемой территории характерен процесс заболачивания. Основными источниками питания болот и заболоченностей являются атмосферные осадки, грунтовые воды, поверхностные водотоки. Согласно СП 115.13330.2016 категория опасности по подтоплению территории оценивается как умеренно опасная [3].

Исходная сейсмичность района по карте ОСР-2016 на участке км 0 – км 97 составляет 7 баллов.

Исследуемый участок находится в зоне подтопления грунтовыми водами. Согласно СП 115.13330.2016 категория опасности по подтоплению территории оценивается как умеренно опасная [3].

Объекты инфраструктуры железной дороги относятся к технически сложным объектам (III категории по СП 119.13330.2012[4]).

Проектируемая железная дорога имеет приоритетное значение для социально-экономического развития Республики Тыва, в связи с тем, что это будет первая и на данный момент единственная ветвь в регионе. Железная дорога позволит повысить транспортную доступность и реализовать проекты разработки и экспорта месторождений полезных ископаемых, в частности Элегестского угольного месторождения. Не стоит сомневаться, что нагрузка на железную дорогу будет весьма велика. Это все определяет актуальность и повышенные требования к оценке инженерно-геологических условий района. Для полной, точной и объективной оценки необходимо применять комплексные методы исследований.

### Литература

1. Степанов И. Железная дорога Кызыл – Курагино: из прошлого в будущее [электронный ресурс]. Континент Сибирь Онлайн, 2015 – режим доступа: <https://ksonline.ru/207646/zheleznyaya-doroga-kyzyl-kuragino-iz-proshlogo-v-budushhee/> свободный;
2. СП 131.13330.2012 Строительная климатология – Введ.2013-01-01. –Москва 2012 – 113 с.;
3. СП 115.13330.2016 Геофизика опасных природных воздействий– Введ.2017-06-17;
4. СП 119.13330.2012 Железные дороги колеи 1520 мм – Введ.2013-01-01. –Москва 2012 – 56 с.;
5. Геология СССР. Том 15. Красноярский край. Часть 1. Геологическое описание. / Под ред. П.Я.Антропов – Москва 1961. – 57–474 с.

### ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

**С.С. Парахня, Т.А. Мележ**

Научный руководитель: Т. А. Мележ

**Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины,  
г. Гомель, Республика Беларусь**

Территория Белорусского Полесья расположена в пределах четырех артезианских бассейнов – Брестский и Припятский, занимают более 95 % территории Полесья, крайний юго-запад – территория Вольно-Подольского артезианского бассейна и северо-восток Полесья – Оршанский артезианский бассейн.

В соответствие с геологическим строением в пределах бассейнов выделяется ряд водоносных горизонтов. Особый интерес представляют воды мезозойских и кайнозойских отложений, характерной особенностью которых является отсутствие выдержанных водоупоров, способствующее тесной гидравлической связи отдельных пластов.

Подземные воды, особенно заключенные в мезозойских, палеогеновых и неогеновых породах, главным образом напорные. Этот напор возрастает к центральной части Полесской низменности, где пьезометрические уровни нередко поднимаются выше дневной поверхности. Часто напорными являются воды предледниковых и межморенных комплексов антропогеновых толщ. Наличие напора приводит к тому, что подземные воды постоянно подпитывают грунтовые. Движение обратного знака выявлено только на повышенных периферических частях изучаемой территории. Такой гидрогеологический режим Полесской низменности определяет высокое положение

уровня грунтовых вод, который на возвышенностях достигает глубины 10 м, а на основной пониженной территории 1–3 м. По длинам рек, на склонах происходит выклинивание грунтовых вод, способствующее интенсивному заболачиванию территории. Уровень грунтовых вод подвержен колебаниям, синхронным изменениям уровня рек и отражающим ход атмосферных осадков, температур.

Общая минерализация грунтовых подземных вод в основном не превышает 1 г/л. Преобладает карбонатно-кальциевый тип минерализации.

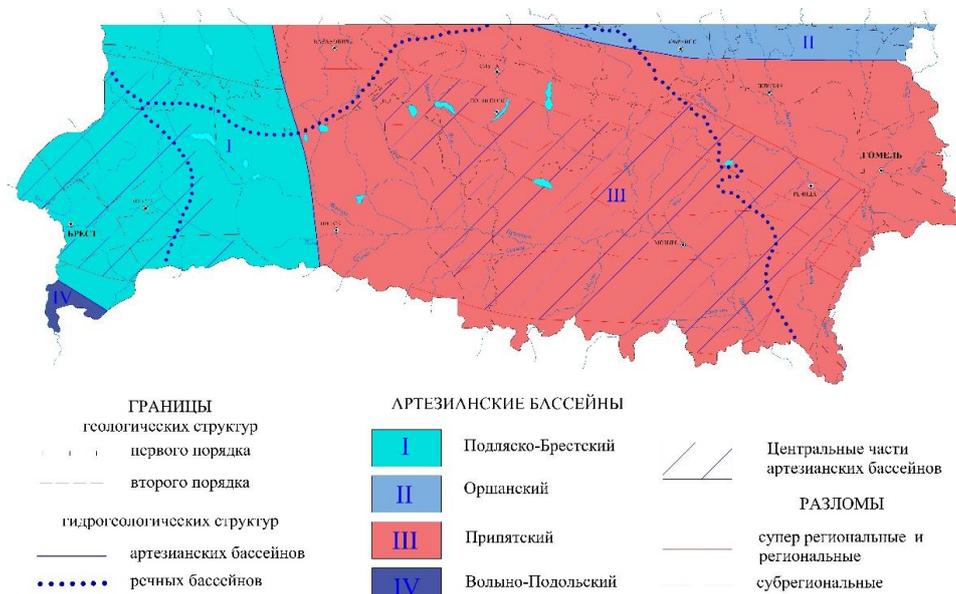


Рис. 1 Гидрогеологическое районирование Белорусского Полесья (масштаб 1:2000000)

**Брестский артезианский бассейн.** Здесь развиты преимущественно пресные подземные воды, реже солоноватые (до 12 г/дм<sup>3</sup>). Водоносные горизонты и комплексы верхней гидродинамической системы, с которыми связана большая часть ресурсов пресных вод – основной источник водоснабжения территории изучения. Здесь выделяется ряд регионально-распространенных водоносных горизонтов и комплексов и разделяющих их водоупорных толщ [1, 3]:

1 Верхнерифейско-вендский водоносный комплекс – водовмещающие отложения представлены мелко- и среднезернистыми трещиноватыми песчаниками, суммарной мощностью до 224 м.

2 Вендская водоупорная толща (базальты, туфы), мощность от 156 до 285 м.

3 Вендский водоносный комплекс – водовмещающие отложения представлены разно- и крупнозернистыми песчаниками с прослоями конгломератов и аргиллитов, мощность 22-162 м.

4 Водоупорная толща котлинского горизонта, представлена в основном глинами с прослоями песчаников и алевролитов, мощность до 57 м.

5 Водоносный горизонт надляминоритовых песчаников нижнего кембрия, мощность – 29 м.

6 Нижнекембрийская водоупорная толща – «синие глины» - фиксируется лишь в восточной части бассейна, мощность до 117 м.

7 Кембро-ордовикский водоносный комплекс – водовмещающие отложения представлены мелкозернистыми песчаниками и ррещиноватыми известняками, мощность до 354 м.

8 Силурийская водоупорная толща (в восточной части бассейна отсутствует) сложена глинисто-мергельно-известковыми породами с прослоями известняков, мощность до 600 м.

9 Верхнепермско-нижнетриасовый водоносный комплекс (распространен только в крайней западной части бассейна) – водовмещающие отложения представлены известняками, доломитами с переслаиванием песками, глинами, песчаниками, мощность до 30 м.

10 Верхнеюрско-антропогеновый водоносный комплекс – водовмещающие отложения представлены кавернозными, трещиноватыми известняками, переслаиванием песков и песчаников, писчим мелом, мергелями, мощность более 550 м.

Наиболее интенсивно эксплуатируются водоносные комплексы водно-ледниковых, аллювиальных и озерно-аллювиальных отложений, залегающих между днепровской и березинской моренами; верхнего сеномана и турон-маастриха; альба-нижнего сеномана; верхней юры.

Химический состав пресных вод гидрокарбонатный натриевый или кальциевый, а минерализованных – хлоридный натриевый. Воды преимущественно напорные, пьезометрические уровни относительно земной поверхности устанавливаются на отметках 0–45 м.

**Припятский артезианский бассейн.** Связан с одноименным прогибом, в разрезе которого выделяют водоносные горизонты и комплексы кристаллического фундамента и верхнепротерозойских отложений, подсолевых девонских, межсолевых, внутрисолевых пород верхней солоносной толщи, надсолевых девонских отложений; с вышележащими отложениями связаны водоносные горизонты и комплексы карбона, перми, триаса, юры, мела,

## СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

---

неоген-палеогеновых и четвертичных отложений. Верхнепротерозойские отложения залегают на кристаллическом основании, при этом глубина залегания последнего варьирует от 2–200 м в пределах Микашевичско-Житковичского выступа до 5800–6200 м в Ельском грабене и на Малодушинско-Червонослободской ступени.

Водовмещающими являются разнородные песчаники с прослоями алевролитов и глин рифея, а также палеоглинистые породы вильчанской и туфы, песчаники и алевролиты вольнской серии венда. Общая мощность верхнепротерозойских отложений достигает 800 м.

С верхнепротерозойскими отложениями связаны высокоминерализованные рассолы (200–465 г/л). В соответствии с минерализацией их состав изменяется от хлоридного натриевого до хлоридного кальциево-магниевого. Подземные рассолы высоконапорные, статические уровни устанавливаются на глубинах от 170 до 1375 м, при этом напор относительно интервалов опробования может составлять 1750–3820 м. Водо-обильность (рассолообильность) верхнепротерозойского комплекса варьирует от нулевой до 660 м<sup>3</sup>/сут при понижении 30–700 м. В отдельных случаях при испытаниях скважин получены притоки рассолов до 800–330 м<sup>3</sup>/сут [1].

В пределах Припятского бассейна выделяется три гидрогеологических этажа, верхний – антропогеновые, неоген-палеогеновые, меловые и частично юрские отложения.

В основании верхнего гидрогеологического этажа залегают темноцветные глины батского яруса, – водоупор, выше которого практически повсеместно распространены воды с минерализацией до 1, редко до 2-3 г/дм<sup>3</sup>. Мощность верхнего этажа определяется глубиной залегания регионального водоупора и варьирует от 50 м на западной периферии прогиба до 350-400 м на остальной территории [2].

Средний геологический этаж выделяется в объеме подбатской юры, триаса, перми, карбона и надсолевого девона. Эта часть разреза представлена песчано-глинистыми образованиями.

Нижний гидрогеологический этаж, в объеме которого выделяются водоносные комплексы подсолевых и межсолевых карбонатных и терригенных отложений, а также водоупорные нижняя и верхняя соленосные толщи.

Грунтовые толщи связаны преимущественно с четвертичными песчано-глинистыми отложениями. Движение подземных вод четвертичных отложений ориентировано от водораздельных участков к долинам рек, где осуществляется разгрузка водоносных комплексов.

В гидрогеохимическом разрезе пресные воды распространены в 250-300-метровой толще четвертичных, неоген-палеогеновых, меловых и верхнеюрских отложений. Вниз по разрезу минерализация подземных вод возрастает, достигая 453 г/дм<sup>3</sup> и более на глубинах свыше 3000 м. С увеличением минерализации состав рассолов изменяется от хлоридного натриевого до хлоридного натриево-кальциевого состава.

Пресные подземные воды широко используются для нужд питьевого, хозяйственного и технического водоснабжения. Соленоватые хлоридно-натриевые воды без специфических компонентов, а также йодо-бромные рассолы девонских отложений применяются в санаторно-курортной практике.

### Литература

1. Кудельский А.В. Очерки по региональной гидрогеологии Беларуси. – Минск: Беларуская навука, 2010. – 192 с.
2. Кудельский А.В. Региональная гидрогеология и геохимия подземных вод Беларуси. Минск: Беларуская навука, 2014. – 271 с.
3. Национальный атлас Республики Беларусь. – Мн.: Белкартография, 2002. – 292 с.

## **КОНСЕРВАЦИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ХРАНИЛИЩ ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ НА ПРИМЕРЕ АО «СХК»**

**А.Е. Польшикова**

Научный руководитель доцент М. В. Решетько

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

На сегодняшний день большая часть накопленных в Российской Федерации радиоактивных отходов (РАО) сосредоточена в крупных хранилищах ЖРО, созданных 50–70 лет тому назад. До недавнего времени практиковалось долговременное хранение радиоактивных отходов, а вопросы их окончательной изоляции откладывались. Несомненно, обеспечение радиационной безопасности окружающей среды и населения является важной задачей, которая должна быть решена, на основе механизмов правового регулирования.

В работе рассмотрены некоторые положения нормативных документов, касающихся консервации особых радиоактивных отходов и их применение на практике.

На данный момент за обеспечение безопасности объекта отвечает эксплуатирующая организация, которая в том числе осуществляет радиационный контроль, контроль за поступающими РАО, мониторинг состояния барьеров безопасности и т.д., а также разрабатывает технические решения для консервации объектов.

Безопасное обращение с принятыми на захоронение радиоактивными отходами, эксплуатацию и закрытие пунктов захоронения РАО обеспечивает ФГУП «Национальный оператор по обращению с радиоактивными отходами» – единственная организация в РФ, имеющая полномочия вести деятельность по окончательной изоляции радиоактивных отходов, а также другие связанные с этим функции [4]. Национального оператора по обращению с радиоактивными отходами определяет Правительство РФ. Также в обязанности Правительства входит: отнесение

пунктов хранения радиоактивных отходов к пунктам консервации особых радиоактивных отходов (ПКОРАО), принятие решений о выводе из эксплуатации или закрытии имеющих федеральное или межрегиональное значение пунктов хранения радиоактивных отходов, установление порядка государственного регулирования тарифов на захоронение РАО. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) отвечает за безопасность при обращении с РАО и обеспечивает физическую защиту пунктов хранения радиоактивных отходов [9].

Согласно [1] особыми радиоактивными отходами (ОРАО) называют радиоактивные отходы, для которых риски, связанные с радиационным воздействием и затраты, связанные с извлечением радиоактивных отходов из пункта хранения радиоактивных отходов и последующим обращением с ними, превышают риски и затраты, связанные с захоронением таких радиоактивных отходов в месте их нахождения.

На территории Томской области организация радиационного мониторинга регламентируется законом N 88-ОЗ "О радиационной безопасности населения Томской области" от 08.05.2007 [2].

Бассейн Б-2 Сибирского химического комбината был принят в эксплуатацию в 1964 году и расположен вблизи г. Северска Томской области. Предназначался для приема и временного хранения жидких технологических радиоактивных отходов Радиохимического завода среднего и высокого уровней активности в соответствии с [6]. Сброс жидких радиоактивных отходов в бассейн Б-2 прекращен в 1982 году и в связи с большой потенциальной опасностью объекта для окружающей среды принято решение провести консервацию на длительный срок.

Поскольку жидкие радиоактивные отходы АО «СХК», размещенные в хранилищах открытого типа, относятся к категории особых радиоактивных отходов, на месте расположения бассейна Б-2 создан пункт консервации особых радиоактивных отходов [5]. В соответствии с [1] пунктом консервации особых радиоактивных отходов (ПКОРАО) является природный объект или объект техногенного происхождения, содержащий особые радиоактивные отходы, имеющий барьеры для обеспечения безопасности, изолирующие РАО от окружающей среды. Бассейн, как пункт хранения особых радиоактивных отходов, в соответствии с [5] размещен за пределами границ населенных пунктов, особо охраняемых природных территорий, прибрежных защитных полос и водоохранных зон водных объектов, других защитных и охранных зон, установленных законодательством РФ. Бассейн представлял собой гидротехническое сооружение в виде котлована, по дну и откосам которого уложен глиняный экран, закрытый сверху защитным слоем из местного грунта. По мере заполнения и эксплуатации бассейна происходил отстой растворов с выпадением взвесей и образованием нерастворимых соединений железа, хрома, алюминия, никеля и кремния. Поэтому основное количество радионуклидов сосредоточено в донных отложениях, представленных гидроокисными осадками многовалентных металлов.

Консервация бассейна Б-2 включала в себя несколько этапов. На 1 и 2 этапах произведена отсыпка разделительных дамб по акватории бассейна с невысоким уровнем пульпы. На 3 этапе выполнена засыпка оставшейся акватории бассейна с высоким уровнем пульпы. На дно бассейна в южной его части установлены два аппарата для сбора дренажных вод и атмосферных осадков. В грунт установлены датчики для измерения высоты капиллярного подъема влаги. Равномерно по всей территории бассейна установлены 20 труб-карманов длиной 5 м с датчиками температуры и датчиками измерения мощности дозы гамма излучения на разных уровнях, входящие в дно бассейна на 5-10 см. На 4 этапе по территории бассейна устроены засыпанные гравием дренажные каналы глубиной 0,4 - 0,8 м, сформированные с уклоном от абс. отм. +103,0 м до абс. отм. +102,0 м и объединенные у дренажных аппаратов. На 5 этапе для предотвращения роста растительности, разноса радиоактивности и подготовки к последующему этапу консервации, по всей площади бассейна выполнена отсыпка дренирующего слоя щебня высотой 0,4 м. 6 этап – выдержка бассейна, наблюдение за процессами, происходящими в засыпке и выполнение контрольных температурных и радиационных измерений. После завершения наблюдений была продолжена консервация бассейна. Слой щебня, выполненный на предыдущих этапах, был засыпан местным грунтом, поверх которого проведена отсыпка фильтрующего слоя щебня и установлены 25 скважин-отдушин для газоотвода. Поверх щебня засыпан грунт и уложен глиняный экран, обеспечена герметичная стыковка нижнего и верхнего экранов. Далее выполнена засыпка верхнего глиняного экрана местным грунтом и устройство защитного растительного экрана до абс. отм. +107,7 м.

Вокруг бассейна создана грунтовая защитная полоса шириной от 30 до 40 м, препятствующая распространению кустарника и деревьев, а в совокупности с противопаводковым валом высотой 1 м и шириной 5 м снижает паводковую нагрузку на дренажную систему бассейна. Дренажная система бассейна представляет собой канаву для сбора и отвода осадков общей протяженностью 1,5 км [8]. В 2012 году работы по консервации бассейна были закончены, и строительный комплекс принят Государственной комиссией [3].

Согласно [7], с целью получения актуальной информации об уровне безопасности и воздействии пункта консервации особых радиоактивных отходов на население, персонал и окружающую среду Сибирский химический комбинат проводит радиационный контроль, мониторинг состояния бассейна Б-2 и контроль технического состояния зданий, сооружений и элементов бассейна, а также выполняет остальные требования, установленные соответствующими нормативными документами.

Аналитический контроль осуществляется по лабораторным анализам проб ведется по утвержденным методикам Радиохимического завода АО «СХК».

Отбор проб грунта выполняется в сорока точках, расположенных равномерно по всей площади купола бассейна с периодичностью 2 раза в год (май, сентябрь), в соответствии с рабочей инструкцией АО «СХК». Контролируются такие показатели, как рН, Са, Сг, NO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> в водной вытяжке и МЭД, Σβ-активность, Σα-активность, стронций-90, цезий-137, U в кислотной вытяжке. Пробы декантата отбираются в здании пробоотбора у бассейна 2 раза в год (май, сентябрь) и анализируются показатели: рН, МЭД, взвешенные вещества, Σβ-активность, Σα-активность, стронций-90, нитрат натрия, ацетат натрия, карбонат натрия, оксид кремния и солесодержание.

**СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЯХ**

---

Отбор проб газа выполняется из дыхательных труб и дренажных аппаратов 1 раз в месяц, контролируется водород и метан.

Приборный контроль ведется с помощью показаний КИП, средств автоматики, аварийной и предупредительной сигнализации и включает контроль заполнения дренажных емкостей, контроль температуры, контроль параметров радиационной обстановки на бассейне и прилегающей территории.

Контроль радиационной обстановки на поверхности перекрытого бассейна проводится в точках отбора проб грунта с периодичностью 1 раз в год для  $\alpha$ -излучения и 1 раз в месяц для  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучения. В 200-метровой зоне вокруг бассейна контроль осуществляется раз в год для трех видов излучения. Мощность дозы гамма-излучения и температуры в теле бассейна контролируется ежедневно.

Состояние нижнего глиняного экрана контролируется по 49 скважинам, расположенным вокруг хранилища. Отслеживаются такие параметры как, динамический уровень, химический состав и радиохимический состав.

Проведенный анализ позволил сделать следующие выводы: при разработке технического регламента бассейна Б-2 были выделены базовые принципы, следование которым, позволяет достичь приемлемого уровня безопасности и избежать при этом неоправданных затрат и неэффективного расходования материальных и технических ресурсов при ее обеспечении, задачу определения нормативно-правового статуса бассейна Б-2 можно считать практически решенной.

**Литература**

7. Глоссарий // ФГУП «Национальный оператор по обращению с радиоактивными отходами» URL: <http://noraо.ru/waste/glossariy/> (дата обращения: 14.01.2018).
8. Закон Томской области "О радиационной безопасности населения Томской области" от 08.05.2007 № 88-ОЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. с изм. и допол. в ред. от 8 мая 2013 г.
9. На ОАО «СХК» государственной комиссией принят объект «Консервация бассейна Б-2» // АО «Сибирский химический комбинат» URL: <http://atomsib.ru/novosti/728-na-oao-sxk-gosudarstvennoj-komissiej-prinyat-obekt-konservaciya-bassejna-b-2> (дата обращения: 12.01.2018).
10. О предприятии // ФГУП «Национальный оператор по обращению с радиоактивными отходами» URL: <http://noraо.ru/about/> (дата обращения: 14.01.2018).
11. Постановление Правительства Российской Федерации "О критериях отнесения твердых, жидких и газообразных отходов к радиоактивным отходам, критериях отнесения радиоактивных отходов к особым радиоактивным отходам и к удаляемым радиоактивным отходам и критериях классификации удаляемых радиоактивных отходов" от 19.10.2012 № 1069 // Российская газета. 2012 г.
12. Приказ Ростехнадзора "Об утверждении федеральных норм и правил в области использования атомной энергии "Сбор, переработка, хранение и кондиционирование жидких радиоактивных отходов. Требования безопасности" от 25.06.2015 № 242 // Российская газета.
13. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору "Об утверждении федеральных норм и правил в области использования атомной энергии "Требования к обеспечению безопасности пунктов размещения особых радиоактивных отходов и пунктов консервации особых радиоактивных отходов" от 10.10.2017 № 418 // Российская газета. 2017 г.
14. Способ фиксации пульпы в открытом бассейне-хранилище радиоактивных отходов // Патент России №2510858. 2014. / Твиленёв К.А., Круглов С.Н., Миклашевич М.А. [и др.].
15. Федеральный закон "Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" от 11.07.2011 № 190-ФЗ // Российская газета. 15.07.2011 г.

**ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ДОЛИНЫ Р. ШАГАН В СВЯЗИ С ОТРАБОТКОЙ  
УГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАРАЖЫРА НА ТЕРРИТОРИИ БЫВШЕГО  
СЕМИПАЛАТИНСКОГО ПОЛИГОНА**

**Ч.Б. Сагингалиев**

Научный руководитель доцент К.И. Кузеванов

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Крупное угольное месторождение было открыто в 1967 году на территории Семипалатинского испытательного полигона. После прекращения ядерных испытаний (1949 – 1991 гг.) месторождение получило название Каражыра и была начата его разработка открытым способом. Площадь, на которой подсчитаны запасы угля в количестве 1,3 миллиарда тонн, составляет 21,4 км<sup>2</sup>, а ежегодная добыча превышает 5 млн. тонн. На сегодняшний день уголь этого месторождения используется не только в Усть-Каменогорске, Семее, но и на территории всего региона.

Основной особенностью эксплуатации месторождения является его приуроченность к территории бывшего испытательного полигона. Фронт действующих горных работ располагается в 9-ти километрах от одной из испытательных площадок «Балапан», ранее использовавшейся для проведения подземных ядерных взрывов. За период с 1965 по 1989 гг. на испытательной площадке произведено более 100 ядерных взрывов различной мощности в глубоких скважинах. После завершения испытания ядерного оружия в 1989 г. сотрудниками национального

ядерного центра Республики Казахстан проводятся регулярные режимные наблюдения за состоянием подземных вод по сети гидрогеологических скважин. Целью режимных наблюдений является оценка миграции радионуклидов с подземными водами [1, 2].

Природные условия района исследований определяются его приуроченностью к степной засушливой умеренно-тёплой климатической зоне с выраженной континентальностью. Среднегодовая температура воздуха достигает  $+2,7^{\circ}\text{C}$  при среднемесячной температуре воздуха наиболее теплого месяца в июле  $+20,5^{\circ}\text{C}$  и наиболее холодного месяца в январе  $-16,3^{\circ}\text{C}$ . Среднегодовая сумма осадков составляет 487 мм при крайне неравномерном их распределении по сезонам года. Большая часть атмосферных осадков выпадает в период положительных температур с максимумом в июле месяце. Минимальное количество атмосферных осадков регистрируется зимой в январе и феврале.

Население района сосредоточено в поселке Балапан и настоящее время в основном занято разработкой угольного месторождения «Каражыра». Питьевое водоснабжение осуществляется посредством водовода, проложенного от реки Иртыш в районе г. Курчатова до поселка. Единственной водной артерией на Семипалатинском полигоне является река Шаган с притоком Ащису. Её русло гибнет восточную границу бывшего испытательного полигона и впадает в реку Иртыш. Площадь водосборного бассейна реки покрывает более 10000 км<sup>2</sup>, длина главного русла достигает 275 км, а протяженность притока Ащису составляет 115 км. Река берёт начало на склонах горного хребта Канчингиз, где отметки рельефа достигают 875 м. В нижнем течении реки Шаган абсолютные отметки рельефа снижаются до 160,0 м при среднем уклоне 0,003. В границах испытательной площадки «Балапан» протяженность русла не превышает 50 км, гидравлический уклон оценивается величиной 0,002. Участок испытательных скважин занимает левобережную часть водосборного бассейна площадью до 900 км<sup>2</sup>. [3]

В гидрогеологическом разрезе выделяют два водоносных комплекса, имеющих гидравлическую связь. К первому водоносному комплексу относят подземные воды, которые приурочены к локальным гидрогеологическим бассейнам. Здесь водовмещающие породы представлены в основном рыхлыми отложениями неогена современными осадками. Второй водоносный комплекс имеет региональное развитие. Он объединяет подземные воды трещинных типов коллекторов, приуроченных к палеозойскому фундаменту, воды коры выветривания мезозойского возраста и подземные воды палеогена. Общая мощность этого единого, в гидродинамическом отношении водоносного комплекса, достигает 100 - 150 м.

Грунтовые воды, имеющие безнапорный гидравлический характер, в основном приурочены к делювиально-пролювиальным отложениям среднечетвертичного-современного возраста (Q<sub>II-IV</sub>). Глубина их залегания в среднем превышает 1,5 м. Водовмещающие отложения представлены хорошо промытыми песками, гравием и плохо окатанным щебнистым материалом с суглинистым заполнителем. В анионном составе подземных вод преобладают сульфат-ион и ионы хлора. Величина общей минерализации изменяется в широких пределах от 0,4 до 4 г/дм<sup>3</sup>. Подземные воды с высокой минерализацией приурочены к участкам и зонам с низкой скоростью водообмена.

Подземные воды, приуроченные к верхнечетвертичным-современным (Q<sub>III-IV</sub>) аллювиально-пролювиальным отложениям, имеют безнапорный гидравлический характер и залегают на небольших глубинах в интервале от 1 м до 5 м. Водовмещающие породы представлены рыхлыми разностями, среди которых преобладают пески и гравийные отложения. Общая минерализация сульфатно-хлоридных, реже хлоридных по химическому составу подземных вод повышена и достигает 9,7 г/дм<sup>3</sup>. В приповерхностной части гидрогеологического разреза, представленной рыхлыми отложениями, встречаются горизонты верховодки. Эти воды спорадического распространения, как правило, обладают повышенной минерализацией за счёт растворения солей, накапливающихся в рыхлых отложениях за счёт процессов континентального засоления. Глубина залегания верховодки не превышает нескольких метров и характеризуется нестабильным гидродинамическим режимом уровня, который формируется под непосредственным влиянием резко неравномерной интенсивности инфильтрации атмосферных осадков.

Верховодка и грунтовые воды, залегая на незначительной глубине, наиболее сильно подвержены инфильтрации атмосферных осадков. В периоды летней межени уровень грунтовых вод может значительно падать, а в горизонты верховодки резко теряют свою мощность, иногда до полного исчезновения. В период активного снеготаяния происходит активное питание грунтовых вод и повышение их уровня. Подземные воды локальных гидрогеологических бассейнов получают дополнительный источник восполнения запасов на предгорных участках, где может проявляться гидродинамическая связь с региональным бассейном подземных вод.

Региональный бассейн подземного стока в границах испытательной площадки «Балапан» приурочен к зонам экзогенной трещиноватости пород фундамента, к отложениям коры выветривания мезозойского возраста и к горизонтам песков палеогена. Эта водоносная структура содержит основное количество подземных вод и определяет скорость фильтрации, водопроницаемость, дебит, напор воды в локальных артезианских бассейнах и другие гидрогеологические параметры подземных вод.

Подземные воды водоносного комплекса с регионального бассейна подземного стока, подразделяются на три относительно самостоятельных типа. К ним относятся: подземные воды коры выветривания мезозойского возраста, подземные воды палеогеновых отложений и собственно трещинные воды фундамента. В гидравлическом отношении эти подземные воды связаны между собой, образуя единую гидродинамическую систему.

Подземные воды регионального бассейна подземного стока приурочены к зоне экзогенной трещиноватости, имеющей повсеместное развитие. Мощность зоны, повышенной трещиноватости достигает 150 – 170 м. Глубина залегания подземных вод в значительной степени зависит от рельефа земной поверхности и может изменяться в широких пределах от 4 м до 70 м. Питание подземных вод полностью определяется инфильтрацией атмосферных осадков и сосредоточено на возвышенных участках дневной поверхности. К таким зонам относятся участки мелкоопочного и горного рельефа, которые занимают значительную долю территории испытательной площадки «Балапан» [3].

## СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

---

Подземные воды регионального бассейна подземного стока приурочены к водовмещающим породам существенно отличающимся по литологии, что находит отражение в их химическом составе. Различают трещинные воды, залегающие в интрузивных телах, в терригенных осадочных породах и в эффузивно-осадочных комплексах.

Особенностью подземных вод, приуроченных к эффузивно-осадочным породам майданской свиты среднего кембрия (Є<sub>2</sub>md) является небольшая глубина залегания уровня при пониженной минерализации до 1,5 г/дм<sup>3</sup> с преобладанием сульфатного и сульфатно-хлоридного анионного состава. Трещинные воды, приуроченные к средне-верхневизейским отложениям аркалыкской свиты (С<sub>1</sub>v<sub>2-3</sub> ar), имеют повышенную до 4 г/дм<sup>3</sup> величину минерализации при преимущественно сульфатно-хлоридном составе. Максимальной величиной общей минерализации, достигающей 15,3 г/дм<sup>3</sup>, характеризуются подземные воды эффузивно-осадочных образованиях коконьской свиты (С<sub>1</sub>t<sub>2-v1</sub> kk) при сульфатно-хлоридном составе. Сходный химический состав при повышенной жесткости характерен и для подземных вод, приуроченных к туфогенно-осадочной толще кокпектинской свиты (С<sub>1</sub>s kp). При незначительной глубине залегания уровня иногда фиксируется хлоридный состав.

Имеются немногочисленные сведения нисходящих родниках, разгрузка которых в горной местности связывается наличием водоносных разломов. Опробование показывает, что подземные воды этих водопроявлений относятся к пресным с минерализацией 0,1-0,2 г/дм<sup>3</sup> и характеризуются сульфатным и гидрокарбонатным составом.

Подземные воды регионального бассейна подземного стока характеризуются напорно-безнапорным гидравлическим характером фильтрационных потоков. На внешних участках испытательной площадки Балапан, приуроченных к дренируемым формам рельефа, уровень подземных вод приближается к дневной поверхности. На других участках, где развиты толщи неогеновых глин, трещинные воды приобретают пьезометрическую высоту над водоупорной кровлей. В этом случае величина напора зависит от мощности перекрывающих водоупоров и может изменяться от первых метров до 70 – 80 м. В отдельных случаях фиксируется самоизлив из гидрогеологических скважин.

Локальные гидрогеологические бассейны, характеризующиеся незначительной глубиной залегания подземных вод, не превышающей 50 м, приурочены в основном к делювиально-пролювиальным отложениям долин, предгорных шлейфов среднечетвертичного-современного возраста (Q<sub>II-IV</sub>) и аллювиально-пролювиальными отложениями позднечетвертичного-современного возраста (Q<sub>III-IV</sub>), принимающих участие в строении надпойменных террас р. Шаган.

По результатам режимных наблюдений установлено, что основным источником радиоактивного загрязнения поверхностных водных объектов являются подземные воды, разгружающиеся в реку Шаган на территории площадки Балапан. Характерной особенностью водоносного горизонта площадки Балапан является то, что на большей ее части территории водоносный горизонт располагается под водоупорными глинами неогена. Поверхность кровли водоносного горизонта имеет весьма сложную конфигурацию из-за невыдержанной мощности водоупорных глин, достигающей 70 м, что определяет сложный характер взаимодействия подземных и поверхностных вод, плохо поддающийся схематизации для целей прогнозных гидродинамических расчетов.

Анализ данных мониторинга показывает, что необходимо дальнейшее изучение гидрогеологических условий в районе месторождения «Каражыра» и прилегающей территории с целью прогноза изменения гидрогеологических условий долины р. Шаган под влиянием горных работ по добыче угля сырья.

### Литература

1. Актуальные вопросы радиоэкологии Казахстана. Выпуск 1. Радиоэкологическое состояние «северной» части территории Семипалатинского испытательного полигона /под рук. Лукашенко С.Н.// – Павлодар: Дом печати, 2010. – 234 с.: ил. 24 с. – Библиогр. С. 224–231
2. Быкова А.А. Гидрогеологические режимные наблюдения на участке отработки угля месторождения «Каражыра» (Республика Казахстан)// Труды XVI Международного симпозиума имени академика: Проблемы геологии и освоения недр. - Томск, 2012 - Т.1 – С 430–432.
3. Субботин С.Б. Влияние радиоактивного загрязнения подземных вод на радиоэкологическую обстановку бывшего Семипалатинского испытательного полигона. Диссертация на соискание канд. геол.-мин. наук. –Москва, 2014

## ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ РАСЧЁТОВ ПРИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИИ

**А.А. Самушева**

Научные руководители профессор В.К. Попов, доцент Е.Ю. Пасечник

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

В целом неравновесный характер системы воды-порода в верхней части земной коры геологам хорошо известен. Он проявляется в разрушении водой горных пород и образовании новых минеральных фаз и целых зон вторично измененных пород [6]. Порода является постоянным и безграничным источником химических элементов, которые в твердой вазе являются инертными и только с помощью воды вовлекаются в активное взаимодействие. При этом вода непрерывно поступает в горную породу из внешнего источника – атмосферных осадков, пополняемых за счет климатического круговорота [4].

В настоящий момент теория взаимодействия воды с горными породами относительно детально разработана с общих геохимических позиций, экспериментального моделирования, физико-химического моделирования

процессов растворения пород и т.д. [8, 2]. Поставленная еще В.И. Вернадским, проблема равновесия природных и особенно подземных вод с горными породами приобрела особое звучание в последние годы, что вызвано, по крайней мере двумя причинами: 1) широким внедрением в практику научных исследований методов физико-химического компьютерного моделирования разнообразных гидрогеохимических процессов и 2) успехами в экспериментальном изучении механизмов взаимодействия воды с горными породами. В каждом конкретном случае важно разобраться в характере существующего равновесия между водой и отдельными минералами горных пород. Но еще важнее понять механизмы, контролирующие характер и степень равновесия, его природу, направленность развития, физико-химическое состояние и т.д. [2].

Оценка степени равновесия вод к минералам водовмещающих пород в настоящее время широко используется среди специалистов-гидрогеохимиков для определения условий формирования химического состава [1, 2].

Объектом исследования являются воды из нескольких эксплуатационных скважин Томского подземного водозабора (за 1973 и 2017 гг.). Результаты были разделены на три временных интервала: I (с 1973 года по 1989 год); II (с 1990 по 2000 год); III (с 2001 по 2017).

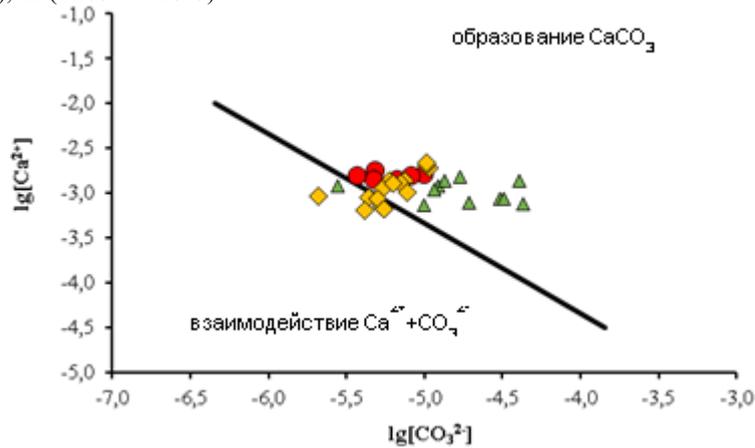


Рис. 1 Равновесие подземных вод Томского месторождения с карбонатными минералами

Примечание:  $\blacklozenge$  – I с 1973 года по 1989 год;  $\blacktriangle$  – II с 1990 по 2000 год ;  $\bullet$  - III с 2001 по 2017

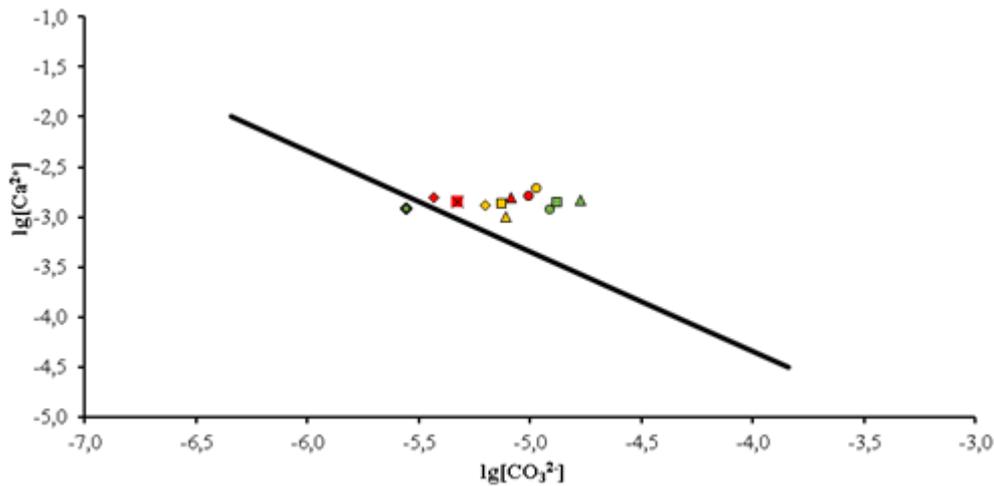


Рис. 2 Равновесие подземных вод Томского месторождения с карбонатными минералами

Примечание:  $\blacklozenge$  – 42 эксплуатационная скважина (1973-1989 гг.);  $\blacktriangle$  – 32 эксплуатационная скважина (1973-1989 гг.);  $\bullet$  – 48 эксплуатационная скважина (1973-1989 гг.);  $\blacksquare$  – 41 эксплуатационная скважина (1973-1989 гг.).

$\blacklozenge$  – 42 эксплуатационная скважина (1990-2000 гг.);  $\blacktriangle$  – 32 эксплуатационная скважина (1990-2000 гг.);  $\bullet$  – 48 эксплуатационная скважина (1990-2000 гг.);  $\blacksquare$  – 41 эксплуатационная скважина (1990-2000 гг.).

$\blacklozenge$  – 42 эксплуатационная скважина (2001-2017 гг.);  $\blacktriangle$  – 32 эксплуатационная скважина (2001-2017 гг.);  $\bullet$  – 48 эксплуатационная скважина (2001-2017 гг.);  $\blacksquare$  – 41 эксплуатационная скважина (2001-2017 гг.).

Исследуемый район входит в состав внешней области Западно-Сибирского артезианского бассейна, где все водоносные комплексы находятся в обстановке интенсивного водообмена и содержат инфильтрационные воды, имеющие сходный гидрогеохимический облик. Только в северной части междуречья воды меловых и палеозойских образований расположены в зоне замедленного водообмена. В пределах Обь-Томского междуречья и правобережной части р. Томи выделяются три гидрогеологических комплекса: водонапорные системы трещинных вод палеозойского фундамента, водоносный комплекс меловых отложений, водоносные комплексы палеогеновых и

## СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

---

четвертичных отложений [5]. Томским водозаборами добываются подземные воды водоносного комплекса палеогеновых отложений.

Степень насыщения подземных вод по отношению к кальциту определяется по произведению растворимости его ионов в соответствии с реакцией:  $\text{CaCO}_3 = \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$ , константа которой для температуры 25 °С равна  $10^{-8,34}$ . [7].

Насыщенность вод карбонатами носит зональный характер и обусловлена общей эволюцией состава вод от пресных к соленым по мере уменьшения интенсивности водообмена. В пределах Колывань-Томской складчатой зоны наблюдается смена ненасыщенных вод насыщенными относительно кальцита [3]. На диаграмме насыщения вод (рис.1) равновесие с кальцитом показано линией. Если точки, характеризующие состав конкретной пробы воды, выше линии, то природные воды насыщены к карбонату кальция, а ниже – не насыщены. Большинство точек лежат в поле равновесия с минералами карбонатной группы. Однако, как можно видеть по рисунку, несмотря на высокие концентрации растворенных веществ, равновесие некоторые точки так и не достигли. Вода на станции водоподготовки достигает равновесия. Большое количество осадка (100-150 кг/сут), образующееся в процессе водоподготовки, содержит в большом количестве кальцит.

На рисунке 2 представлена изменение равновесия подземных вод с карбонатными минералами по отдельным скважинам. По мере эксплуатации скважин можно наблюдать, что насыщенность вод к карбонатным минералам уменьшается, так как точки приближаются к линии равновесия с кальцитом.

Таким образом, большинство изученных проб подземных вод Томского месторождения и вода станции водоподготовки Томского водозабора равновесны к кальциту. На станции водоподготовки образуется большое количество осадка, который содержит карбонатные минералы.

### Литература

1. Авченко О.В., Чудненко К.В., Александров И.А. Основы физико-химического моделирования минеральных систем. – М.: Наука, 2009. – 229с.
2. Алексеев В.А., Рыженко Б.Н., Шварцев С.Л., Зверев В.П., Букаты М.Б., Мироненко М.В., Чарыкова М.В., Чудаев О.В. Геологическая эволюция и самоорганизация системы воды-порода. Т.1. Система вода-порода в земной коре: взаимодействие, кинетика, равновесие, моделирование. – Новосибирск: Изд. СО РАН, 2005. – 244 с.
3. Колоколова О.В. Геохимия подземных вод района Томского водозабора: Автореферат. дис. канд. геол.-минер. наук. – Томск, 2002г. – 19 с.
4. Пиннекер Е.В., Писарский Б.И., Шварцев С.Л. и др. Основы гидрогеологии. Общая гидрогеология. –Новосибирск: Наука, 1980. –231с.
5. Попов В. К., Коробкин В.А., Рогов Г.М., Лукашевич О.Д., и др. Формирование и эксплуатация подземных вод Обь – Томского междуречья. Томск: Издательство Томского государственного архитектурно-строительного университета, 2002. – 143 с.
6. Шварцев С.Л. Общая гидрогеология: Учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство Альянс, 2012. – 601с.
7. Garrels R M, Christ Ch L 1965 Solutions, Minerals and Equilibria (New York: Harper & Row). 450 p.
8. Shvartsev S.L. The system water-rock-gas-organic matter of V.Vernadsky // Procedia Earth and Planetary Science. – France, 2013 – № 7. – P. 810–813.

## СХЕМАТИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИБОРТОВЫХ МАССИВОВ КАРЬЕРОВ (НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА)

**В.С. Танинкова**

Научный руководитель доцент Т.В. Любимова

*Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия*

В работе объектом исследования выступает Казы-Куртское месторождение известняков (участок Южный) группы месторождений южного Казахстана. Предмет исследования – инженерно-геологические условия этого месторождения. Основные решаемые задачи сводились к:

- типизации инженерно-геологических условий карьера;
- характеристике прибортовых массивов карьера;
- прогнозу развития инженерно-геологических процессов при дальнейшей разработке месторождения.

Казы-Куртское месторождение известняков (участок «Южный») характеризуется сложным горным рельефом. Средняя мощность продуктивной толщи известняков 108,3 м. С поверхности земли известняки перекрыты суглинками. Мощность покровных суглинков изменяется от 1,3 до 9 м и более. Суглинки обладают различной степенью проницаемости. Карстовые формы встречаются как на поверхности, так и на глубине. Средняя закарстованность – 9 %.

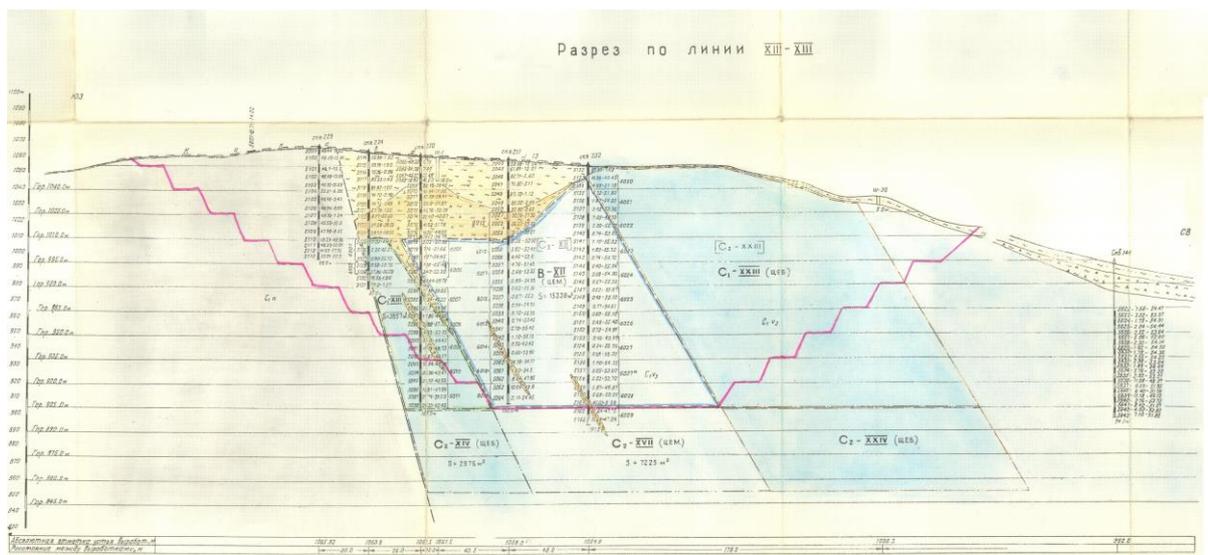


Рис. 1 Геологический разрез Казы-Куртского месторождения известняков (участок «Южный»)

Основными факторами, влияющими на инженерно-геологические условия разработки месторождений, являются: физико-географические условия, геологическое строение, гидрогеологические условия, а также современные геологические процессы. Ниже в таблице 1 приводятся основные сведения, полученные в ходе сбора фондовых материалов, рекогносцировочных и маршрутных исследований.

Таблица

Основные факторы формирования инженерно-геологических условий Казы-Куртского месторождения

Физико-географические условия	Климат – резко континентальный с жарким летом (+44° С) и холодной зимой (-32° С). Среднегодовое количество осадков – 483 мм. Преобладающее направление ветров восточное и северо-восточное. Нормативная глубина промерзания грунтов – 0,45-0,55 м. Непосредственно вблизи Казы-Куртского месторождения реки отсутствуют. Имеются лишь родники, с дебитом до 9-10 л/сек. Месторождение находится в предгорьях хребта Казы-Курт. В орографическом отношении район характеризуется сочетанием горного и долинного типов рельефа. В результате отработки месторождения произошли техногенные изменения рельефа, выражающиеся в образовании небольшого карьера и отвалов вскрышных пород.
Геологическое строение	Горные породы, участвующие в строении месторождения, относятся к скальным (известняки, песчаники, туфопесчаники, алевролиты и т.д.) и дисперсными (глины, лессовидные суглинки).
Гидрогеологические условия	Воды безнапорные, трещинно-карстового типа. Глубина их залегания увеличивается в северном направлении от 97-131,7м. Водовмещающей породой являются известняки. По химическому составу воды гидрокарбонатно-кальциевые с минерализацией 0,3-0,5 г/л.
Современные геологические процессы	Карстовые явления.

Таким образом, по инженерно-геологическим условиям территорию месторождения можно отнести к средней категории сложности.

Применительно к Казы-Куртскому месторождению известняков наиболее влияющим фактором на устойчивость бортов карьера является структурно-тектоническое строение массива. В нашем случае исследования устойчивости бортов и уступов на открытых разработках включали изучение геологического строения и структуры массива горных пород.

Известняки, слагающие продуктивную толщу отличаются довольно интенсивной трещиноватостью. Наблюдаются три основные системы трещин, одна из которых ориентирована параллельно простиранию структур, а вторая в крест. Обе эти системы относятся к крутопадающим, углы падения их колеблются от 60 до 90°, а расстояние между ними от 0,03 до 1,5м. Наименее развиты горизонтально и полого падающие трещины. Стенки трещин ровные, ширина их от волосных до 5-7мм. По данным бурения скважин на 1 м обнаруживается от 20-100 до 150-200 трещин, а иногда 500-700. Широко распространены трещины выветривания, в результате которых известняки в обнажениях имеют валунно-глыбовую текстуру

## **СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

---

При решении задач открытых горных разработок, с учетом сложной неоднородности среды важно максимально корректно выбрать метод расчета устойчивости откоса. Трещины являются естественными поверхностями ослабления, влияющих на устойчивость бортов, поэтому угол падения естественных поверхностей ослабления и ориентировка относительно простирания борта разреза определяют схему расчета устойчивости откоса. Метод многоугольника сил будет наиболее близок к реальным горно-геологическим условиям

Полученные сведения позволяют выявить опасные структурные неоднородности, закономерности и напряженные состояния, которые важно учитывать в процессе эксплуатации карьера, а также послужить основой для разработки программы мониторинга возможных опасных деформационных участков бортов, а также использоваться при моделировании устойчивости откосов карьера численными методами.

### Литература

1. Инструкция по изучению инженерно-геологических условий месторождений твердых полезных ископаемых при их разведке, 1973 г.
2. Мониторинг состояния откосов уступов и бортов карьеров Монография /Низаметдинов Ф.К., Ожигин С.Г., Ожигина С.Б., Долгонос В.Н., Радей К., Станькова Г.; Научно-исследовательский геодезический, топографический и картографический институт, пгт. Здибы, Чешская Республика, 2015. – 350 с.
3. Об утверждении классификаций запасов полезных ископаемых: приказ от 7 марта 1997 г. № 40: принят Министерством природных ресурсов Российской Федерации.

### **ТИПИЗАЦИЯ ГРУНТОВЫХ ТОЛЩ СЕВЕРО-ДАНИЛОВСКОГО НЕФТЕКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПО МЕРЗЛОТНЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ**

**К.О. Тармёнок**

Научный руководитель профессор Строкова Л.А.

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Многолетнемерзлые породы достаточно часто встречаются в России. Площадь их распространения составляет 47% (примерно 10 млн. кв. км) территории. В последнее время строительство на вечномёрзлых грунтах набирает большие обороты. В большинстве случаев это связано с тем, что в районах распространения таких грунтов сконцентрированы месторождения полезных ископаемых.

Северо-Даниловское нефтегазоконденсатное месторождение в административном отношении расположено на территории Иркутской области Катангского района, в бассейне верхнего течения р. Нижней Тунгуски, в 350 км к северо – востоку от г. Усть-Кута (ж/д станция БАМа и крупнейший речной порт), в 190 км от г. Киренска (речной порт) и в 90 км северо-восточнее Дулисьминского нефтегазоконденсатного месторождения. К северо-востоку от Даниловского месторождения (в 110 км) находится Верхнечонское нефтегазоконденсатное месторождение. Район работ приравнен к районам Крайнего Севера. Район характеризуется плохой проходимостью, бездорожием, сильной залесенностью и заболоченностью. Пути сообщения района весьма ограничены. Основной из них – воздушный через аэропорты Усть-Кут и Киренск. Обустроенных круглогодичных автомобильных дорог в районе пока нет. Основной объем грузов до месторождения перевозится автотранспортом по автозимнику или по р. Нижней Тунгуске в период навигации.

Территория участка характеризуется резко континентальным климатом с холодной продолжительной зимой и коротким относительно жарким летом. Среднемесячная температура воздуха января за многолетний период равна минус 29,2 °С (за 30-летний период 1983 - 2012гг.). Самый теплый месяц июль со среднемесячной температурой воздуха 17,7°С (за 1983-2012гг. – 17,5 °С), но даже в июле температура воздуха может достигать отрицательных значений, абсолютный минимум в июле достигал минус 3°С. Среднегодовая температура довольно низкая: – 7 – 8°С. Отопительный сезон начинается в октябре и заканчивается в апреле – середине мая. Устойчивые морозы с температурой ниже – 40 °С продолжаются в течение 2,5 – 3 месяцев. Снежный покров держится, как правило, около 6 – 7 месяцев, толщина его 50 – 60 см. Глубина промерзания грунта достигает 3 метров. Как правило, на северных склонах встречаются участки вечной мерзлоты, носящей в районе островной характер. Преобладающими направлениями ветров являются западные и северо-западные, которые обычно приносят осадки. Количество выпадающих за год осадков равно 300 – 500 мм, среднегодовое количество осадков с поправками на смачивание за 1983-2012гг. равно 359 мм [3], подавляющая часть которых приходится на летние месяцы. В холодный период года устанавливается область высокого давления, преобладает малооблачная погода со слабыми ветрами и малым количеством осадков в виде снега – 25-30% общего годового количества. В теплый период года усиливается циклоническая деятельность, возрастает облачность, около 60-70% годовой суммы осадков выпадает в виде дождей. В течение года фиксируется до 50 дней с туманами.

В гидрографическом отношении водотоки рассматриваемой территории принадлежат бассейну р. Нижняя Тунгуска, крупного правобережного притока р. Енисей, который в этом районе на востоке граничит с бассейном р. Виллой. Гидросеть площади работ развита хорошо. Основу ее составляет р. Нижняя Тунгуска с многочисленными притоками (р. Нэпа, Шиверская, Ямнинская, Бугоркан, Больдиляк и др.), протекающая в субмеридиональном направлении и разделяющая площадь на две почти равные части. Ширина русла реки Нижняя Тунгуска – 100-120 м,

глубина – 0,5-3 м. Река судоходна только в мае-июне. Ледостав на реках начинается в середине октября, а вскрытие – в середине мая.

Рельеф района работ представляет собой горно-холмистую поверхность, расчлененную речной сетью на ряд обширных водоразделов. Территория проектируемых работ относится к таежной зоне с разнообразной растительностью, и преобладанием хвойных пород. В районе наиболее распространены мерзлотно-таежные кислые и оподзоленные, торфяно-болотные почвы, таежные палевые мерзлотные, слабо осолоделые почвы.

Начало геологического изучения Даниловского месторождения относится к 1936-1949 г.г., когда в междуречье рек Нижней Тунгуски, Непы и Лены проводились первые маршрутные исследования (М.М. Одинцов, И. С. Шарапов, Н. И. Фомин и др.). Позднее, в 1950-1962 г.г. проведена государственная съемка масштаба 1:1000000 (Г. А. Кузнецов, Д. А. Туголесов, А. Г. Золотарев и др.), а с 1962 г. – государственная геологическая съемка масштаба 1:200000 коллективом ИргУ (Г. А. Кондратьев, Б. Г. Смолянец, С. Д. Ивликов и др.) и геолого-структурная съемка масштаба 1:50000 в нефтепоисковых целях коллективом опытно-методической экспедиции ВСГУ (Бойко Э. А., Черноусов В. П., Марков В. А. и др.). Этими работами достаточно детально было изучено геологическое строение верхнего комплекса осадочного чехла, сделаны попытки оценить перспективы нефтегазоносности района.

В геологическом строении территории принимают участие четвертичные отложения, перекрывающие образования кембрийской и юрской систем. Отложения кембрийской системы среднего и верхнего отделов представлены породами *верхоленской* и *илгинской* свит ( $E_{2-3vt+it}$ ), сложенными алевролитами, аргиллитами, мергелями, песчаниками, доломитами. Породы этой пачки распространены на всей площади работ. *Укузутская* свита юрского возраста ( $J_{tuk}$ ) представлена алевролитами, песчаниками, глинами, реже аргиллитами с прослоями угля и известняками. Отложения свиты имеют повсеместное распространение и слагают преимущественно водораздельные пространства [2].

Четвертичные отложения на территории проводимых работ представлены образованиями элювиального, делювиально-элювиального, аллювиального и озерно-болотного происхождения. преимущественно современного возраста. Элювиальные отложения (eQ) в районе работ распространены практически повсеместно в виде горизонтальных, выдержанных по мощности слоев в интервале глубин с 1,0-15,0 м и представлены как тальмы, так и многолетнемерзлыми тонкодисперсными грунтами (глинами, суглинками супесями). Элювиальные грунты являются продуктом разрушения песчаников, аргиллитов и алевролитов. Элювиально-делювиальные отложения (edQ<sub>IV</sub>) в виде покрова распространены повсеместно и представлены дисперсными глинистыми и крупнообломочными грунтами, невыдержанными по мощности слоев. В районе работ аллювиальные отложения (aQ<sub>IV</sub>), слагающие долины водотоков, распространены локально, в виде переслаивающихся слоев, представленных супесями, суглинками и глинами с редкими маломощными прослоями песков преимущественно пылеватых [2]. Полуускальные породы кембрийской и юрской систем, а также четвертичные отложения находятся как в многолетнемерзлом, так и в талом состоянии.

Район исследований в тектоническом отношении расположен в пределах Ангаро-Вилуйского юрского наложенного прогиба. Структура района состоит из сложнодислоцированного метаморфизованного дорифейского фундамента, слагающего цоколь платформы и в различной степени дислоцированного осадочного чехла. Фундамент района работ является фрагментом Анабарского мегаблока Сибирской платформы, в пределах которого фундамент раздроблен зонами разломов на ряд блоков. Выявлены три основных системы разломов отражающих планетарную систему: субширотная, северо-западная, северо-восточная. Основное влияние на формирование осадочного чехла оказали разломы северо-восточной ориентировки [2]. Ближайшие активные тектонические разломы находятся в пределах Байкальской рифтовой зоны (500 – 1000 км). Какое-либо существенное влияние неотектоника на строительство и эксплуатацию сооружений оказывать не будет [2].

Изучаемая территория находится в южной подзоне высокотемпературных вечномерзлых грунтов островного и частично сплошного распространения. Среднегодовые температуры ММП изменяются от 0°C до минус 1,5°C [1]. Льдистость пород составляет в основном 4-30%. Максимальной льдистостью характеризуется верхняя часть разреза (первые 5-10 м). Грунты преимущественно пластичномерзлые, реже твердомерзлые. Мерзлые породы имеют слоистую и массивную криотекстуру. Температура многолетнемерзлых пород, на исследуемой глубине 10,0 м изменяется от минус 0,73°C до минус 0,56°C.

Гидрогеологические условия изучаемого участка представлены безнапорным водоносным горизонтом, связанными с четвертичными тальми отложениями различного генезиса. К ним приурочены надмерзлотные порово-пластовые воды. Появление этого водоносного горизонта связано с сезонным оттаиванием верхней толщ (до 2,5-5 м) дисперсных грунтов. Водоупором им служат нижележащие многолетнемерзлые грунты. Питание подземных вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков. Разгрузка подземных вод осуществляется за счет выхода их в виде родников на склонах, дренажа реками и ручьями, транспирации и испарения в теплый период года.

К неблагоприятным физико-геологическим процессам и явлениям, выделяющимся на исследуемой территории, относятся такие процессы как сезонное промерзание и оттаивание грунтов; морозное пучение грунтов; сейсмичность.

В результате анализа пространственной изменчивости частных показателей свойств грунтов и литологического состава на исследуемом участке, согласно ГОСТ 20522-2012 и ГОСТ 25100-2011, до изученной глубины 10,0-20,0 м, выделено 5 инженерно-геологических элементов (ИГЭ) среди многолетнемерзлых грунтов: *современные аллювиальные, озерно-аллювиальные отложения* (aQ<sub>IV</sub>, laQ<sub>IV</sub>): ИГЭ 1 - суглинок легкий песчанистый, пластичномерзлый, слабльдистый, слоистой криогенной текстуры, при оттаивании тугопластичный; *современные элювиальные отложения* (eQ<sub>IV</sub>): ИГЭ 2 - суглинок легкий пылеватый, пластичномерзлый, слабльдистый, слоистой криогенной текстуры, при оттаивании полутвердый; ИГЭ 3 - глина легкая пылеватая, пластичномерзлая, слабльдистая, слоистой криогенной текстуры, при оттаивании полутвердая; ИГЭ 4 - суглинок дресвяный,

## СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

---

пластичномерзлый, слабльдистый, слоистой криогенной текстуры, при оттаивании твердый; ИГЭ 5- дровяный грунт с суглинистым заполнителем до 39%, твердомерзлый, слабльдистый, массивной криогенной текстуры, при оттаивании средней степени водонасыщенности; и один среди талых грунтов: *современные элювиальные отложения* (eQ<sub>IV</sub>): ИГЭ 6 – суглинок тяжелый пылеватый, твердый.

Для таких сложных в природном отношении территорий геокриологическая карта является основной формой обобщения фактического геокриологического материала, базой для разработки инженерно-геокриологических прогнозов и природоохранных мероприятий при обустройстве месторождения. Нами составлена легенда такой карты для Северо-Даниловского месторождения, в которой отражены параметры мерзлотной обстановки цветным фоном, отражающем состав, возраст и генезис первых от поверхности стратиграфо-генетических комплексов, специальными знаками показаны: состояние пород (мерзлое, талое); льдистость (сильнольдистые, льдистые, слабльдистые), различные среднегодовые температуры и мощность.

В естественных условиях многолетнемерзлые грунты обладают высокими прочностными свойствами. При сохранении температурного состояния мерзлых грунтов они будут служить надежным основанием для инженерных сооружений. Однако нарушение естественных условий при хозяйственном освоении территории приведет к деградации многолетнемерзлой толщи и к протаиванию мерзлой толщи, что вызовет снижение деформационно-прочностных свойств грунтов.

### Литература

1. Геокриология СССР / под ред. Ершова Е.Д. – М.: Недра, 1989. – 454 с.
2. Геология СССР. Том XVII. Часть 1 / под ред. Одинцова М.М. – М.: Недра, 1962. – 525 с.
3. Научно-прикладной справочник по климату СССР, выпуск 21 / под ред. Смирнова Н.С. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1990. – 487 с.

## РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЕВ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ОСВОЕНИЯ РАЙОНА ЗАКАМЬЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

**К.А. Федченко**

Научные руководители доцент Т.Н. Николаева, доцент Л.П. Норова  
*Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия*

Территория Республики Татарстан (РТ) разделена долинами крупных рек на три физико-географических района. Один из них – Закамье, находящийся к югу и юго-востоку от реки Кама. Рельеф рассматриваемой территории отражает ее структурно-тектоническое строение: положительные формы рельефа приурочены к тектоническим поднятиям, сформированным структурами второго и третьего порядка Южно-Татарского свода, а долины рек - к отрицательным структурам. В районе Бугульминско-Белебеевской возвышенности абсолютные отметки земной поверхности достигают 360-380 м. На большей части территории рельеф холмистый, с плоскими водоразделами и глубокими эрозионными врезам.

В геологическом разрезе осадочного чехла Республики Татарстан участвуют палеозойские, мезозойские (юрские и меловые), неогеновые и повсеместно распространенные четвертичные образования. Под четвертичным покровом наиболее широко представлены пермские отложения. Верхняя пермь образована породами уфимского, казанского и татарского ярусов, где с запада на восток происходит смена морских карбонатных и терригенно-карбонатных отложений прибрежно-морскими карбонатно-терригенными и, ближе к Уралу, терригенными континентальными осадками [3]. Неогеновые отложения имеют небольшую распространенность в зонах неотектонических опусканий. В неоген-четвертичное время формировались палео-, пра- и современные долины рек с наличием нескольких террас.

Территория Закамья относится к наиболее промышленно-освоенной части РТ. Здесь активно ведется добыча горючих полезных ископаемых, строительство дорог, трубопроводов, промышленных и гражданских сооружений. Для целей строительного освоения этой территории целесообразно проводить районирование с обоснованием применения разных методов изысканий, инженерных мероприятий и строительства, учитывая особенности геоморфологических, геологических, гидрогеологических и инженерно-геологических условий (ИГУ). Для этого анализировались материалы инженерных изысканий на семи объектах района Закамья, выполненных в Татарском научно-исследовательском и проектно-институте нефти ОАО «Татнефть» имени В.Д. Шашина.

Принципиальная схема последовательного инженерно-геологического районирования И.В. Попова [2] в качестве самостоятельных соподчиненных инженерно-геологических единиц выделяет инженерно-геологический регион - область – район и подрайон разного порядка. При крупномасштабном инженерно-геологическом изучении территории внутри подрайонов выделяются инженерно-геологические участки.

В соответствии с геолого-литологическим строением и приуроченностью объектов к разным геоморфологическим элементам на исследуемой территории выделено 4 типа разрезов, характеризующихся разной степенью сложности ИГУ, с выделением грунтов основания и активной зоны. Дальнейшую детализацию инженерно-геологических условий предлагается выполнять посредством выделения подтипов. Для этого в качестве критериев следует использовать мощность отложений в пределах зоны влияния сооружения, глубину залегания уровня

подземных вод, наличие местного напора, специфических грунтов, опасных геологических процессов и явлений. Типизация разрезов проведена до глубины бурения на каждом анализируемом объекте (таблица).

*Первый тип* разреза отмечается на объектах строительства Дворца спорта в г. Альметьевске (вскрыто 20,0 м) и реконструкции автодороги в районе н.п. Поташная Поляна в Альметьевском районе (вскрыто 8,0 м). Под почвенно-растительным и техногенным слоем залегают четвертичные суглинки аллювиально-делювиального генезиса. Выделение подтипов выполнено по различию глубин залегания кровли суглинков. *Второй тип* разреза отмечается на объектах строительства жилого дома в г. Бавлы (15,0 м) и завода по производству стекловолокна в г. Елабуге (15,0 м). Под почвенно-растительным слоем вскрыты четвертичные глины аллювиально-делювиального генезиса, подстилаемые элювиальными верхнепермскими глинами. Подтипы выделены по различию абсолютных отметок земной поверхности и наличию подземных вод. *Третий тип* разреза отмечается на объектах строительства санатория-профилактория «Ромашкино» в н.п. Бухарай Заинского района (10,0 м) и жилого дома в г. Бугульме (20,0 м). Под почвенно-растительным слоем залегают элювиальные глины верхней перми. Разделение на подтипы произведено в соответствии с различием абсолютных отметок земной поверхности и наличием/отсутствием подземных вод. *Четвертый тип* разреза встречается на объекте строительства жилого дома в г. Азнакаево (20,0 м). Под техногенным слоем находятся элювиальные верхнепермские глины, подстилаемые элювиальными алевролитами того же возраста.

Таблица

Типизация инженерно-геологических условий района Закамья

Тип	Под тип	Характеристика геологической среды	Объект
Грунты основания и активной зоны - аллювиально-делювиальные четвертичные суглинки ( <i>ad</i> III-IV)			
I	I1	Рельеф полого наклонный. Склон долины р. Степной Зай. Абс.отм. поверхности 192,2-231,8 м. Кровля суглинков на глубине 1,0-2,7 м. Подземные воды не зафиксированы. Возможны процессы набухания, просадки, морозного пучения	н.п. Поташная Поляна
	I2	Рельеф аккумулятивный, полого-наклонный. Долина реки Степной Зай. Абс.отм. поверхности 105,2-105,7 м. Кровля суглинков на глубине 2,8-12,3 м. Грунтовые воды на глубине 4,2-8,3 м. Возможен процесс морозного пучения	г. Альметьевск
Грунты основания и активной зоны - аллювиально-делювиальные четвертичные глины ( <i>ad</i> III-IV) и элювиальные верхнепермские глины ( <i>eP</i> <sub>2</sub> )			
II	II1	Возвышенная равнина. Склон долины р. Тойма. Абс.отм. поверхности 161,0-161,4 м. Кровля аллювиально-делювиальных глин на глубине 0,5-0,8 м; кровля элювиальных верхнепермских глин на глубине 2,4-3,1 м. Подземные воды на глубинах 4,6-4,7 м, уровень установился на глубине 1,7-1,8 м. Возможны процессы набухания, морозного пучения	г. Елабуга
	II2	Приводораздельный склон долины р. Бавлы. Рельеф денудационный, полого-наклонный. Абс.отм. поверхности 243,9-253,9 м. Кровля аллювиально-делювиальных глин на глубине 0,2-0,3 м.; кровля элювиальных верхнепермских глин на глубине 3,2-4,0 м. Подземные воды не зафиксированы. Возможны процессы набухания, морозного пучения	г. Бавлы
Грунты основания и активной зоны - элювиальные верхнепермские глины ( <i>eP</i> <sub>2</sub> )			
III	III1	Рельеф денудационный, полого-наклонный, в центральной части более пересеченный, с сетью овражков и мелких водотоков. Склон долины руч. Холодный Ключ. Абс.отм. поверхности 157,7-196,4 м. Кровля элювиальных верхнепермских глин на глубине 0,1-0,3 м. Подземные воды не зафиксированы. Возможны процессы набухания, морозного пучения	Заинский район, н.п. Бухарай
	III2	Рельеф денудационный, полого-наклонный. Склон р. Бугульминка. Абс.отм. поверхности 288,4-295,5 м. Кровля элювиальных верхнепермских глин на глубине 0,4 м. Подземные воды вскрыты на глубинах 4,6-4,7 м, уровень установился на глубине 1,7-1,8 м. Возможны процессы набухания, морозного пучения	г. Бугульма
Грунты основания и активной зоны - элювиальные верхнепермские глины ( <i>eP</i> <sub>2</sub> ) и элювиальные верхнепермские алевролиты ( <i>eP</i> <sub>2</sub> )			
IV	-	Рельеф денудационный, полого-наклонный. Склон р. Стерля. Абс.отм. поверхности 153,2-162,0 м. Кровля элювиальных верхнепермских глин на глубине 0,3-0,4 м; кровля элювиальных верхнепермских алевролитов на глубине 9,3-9,9 м. Подземные воды вскрыты на глубинах 5,2-6,7 м, уровень установился на глубине 4,6-5,9 м. Возможны процессы набухания, морозного пучения	г. Азнакаево

В приповерхностной части разрезов исследуемой территории песчано-глинистые отложения имеют различный генезис. Грунты аллювиально-делювиального генезиса (*ad*III-IV) представлены суглинками мягко- и тугопластичными коричневого цвета, тяжелыми, пылеватыми и песчанистыми, сильнодеформируемыми и низкой прочности, макропористыми, обладающими разной степенью размокаемости, просадочности и набухаемости, известковистыми, с линзами песка. Реже встречаются глины аналогичного генезиса и свойств. Верхнепермские элювиальные глины (*eP*<sub>2</sub>) характеризуются как красновато-коричневые, твердые и полутвердые, легкие, пылеватые и песчанистые, комковатые, трещиноватые, известковистые, обладают разной степенью размокаемости и набухаемости, водонепроницаемые, средней прочности и среднедеформируемые, выветрелые, с прослойками песчаника, алевролита и известняка. Алевролиты верхнепермские (*eP*<sub>2</sub>) элювиальные, желтовато-серые, средней прочности, плотные, средней пористости, средневыветрелые, трещиноватые, размягчаемые, слабоводопроницаемые,

## СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

---

с прослоями глины. Среди характерных признаков элювиальных образований можно отметить своеобразие их распространения и условий залегания, тесную связь с подстилающими коренными породами, накопление глинистых продуктов выветривания, формирование временных или постоянных горизонтов грунтовых вод и др.

По совокупности факторов участки относятся к III категории сложности инженерно-геологических условий в связи с наличием в основании специфических грунтов и вероятностью возникновения опасных геологических процессов и явлений. На всех изученных объектах возможно развитие процесса подтопления, связанного с увлажнением грунтов зоны аэрации и формирования техногенного водоносного горизонта, а также за счет подъема уровня подземных вод при сезонных и многолетних колебаниях. В качестве инженерных мероприятий рекомендуются вертикальная планировка территории с организацией поверхностного стока; расчистка элементов естественного дренирования; гидроизоляция подземных конструкций. При изменении гидрогеологических условий на участках распространения элювиальных глинистых пород (II-IV типы разрезов, см. табл.) возможно также развитие процесса набухания. Здесь рекомендуется устройство уплотненных грунтовых подушек из песка, гравия и щебня; водозащитные мероприятия; недопущение перерыва в устройстве оснований и последующем возведении фундаментов; недобор грунта в котловане. Для предохранения просадочных грунтов от возможных изменений их свойств (подтип II) может быть рекомендована прорезка просадочной толщи глубокими фундаментами, устранение просадочных свойств, водозащитные и конструктивные мероприятия. Для инженерной защиты от морозного пучения рекомендуются инженерно-мелиоративные, конструктивные и комбинированные противопучинистые мероприятия. Рассматриваемые территории можно характеризовать как условно благоприятные для строительного освоения.

### Литература

1. 1. Ландшафты Республики Татарстан. Региональный ландшафтно-экологический анализ// Под ред. О.П. Ермолаева. - Казань: «Слово». -2007. - 411 с.
2. 2. Попов И.В. Инженерная геология СССР. Ч.1. Общие основы региональной инженерной геологии. - М.: Издательство МГУ. 1961.-178 с.
3. 3. Сунгатуллин Р.Х. Интегральная геология. - Казань: ООО«Образцовая типография», 2006.-142с.

## КОМПЛЕКСНЫЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ АЛМАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

Р. А. Филин

*Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле, кафедра  
гидрогеологии, Санкт-Петербург, Россия*

В настоящее время на территории Архангельской алмазоносной провинции ведется отработка 3-х алмазоносных трубок, расположенных в пределах месторождений им. Ломоносова (тр. Архангельская и тр. Карпинского–1) и им. В. Гриба (тр. им. В. Гриба). В гидрогеологическом отношении характерной особенностью Архангельской алмазоносной провинции является то, что она представляет собой сложную гидрогеологическую структуру гидравлически взаимосвязанных водоносных горизонтов и комплексов осадочных пород, осложненных наличием трубок взрыва, общей мощностью около 1 км, где определяющую роль в формировании водопритоков в горные выработки играет водоносный комплекс, приуроченный к терригенным отложениям падуновской свиты верхнего венда

Безусловно, разведка и разработка алмазоносных месторождений в условиях плановой и профильной анизотропии фильтрационных свойств перекрывающих и вмещающих пород, содержащих разные по величине минерализации и химическому составу подземные воды представляют собой сложный комплекс работ и мероприятий, направленных на решение как собственно горно-геологических задач, так и гидрогеологических и геоэкологических, связанных с очевидными требованиями безопасности эксплуатации подобных объектов.

Следовательно, выбор и постановка опытных работ, гидрогеологическая изученность месторождения и территорий, к нему прилегающих, определяют и конечный результат: выбор способа отработки, организацию защитных мероприятий, систем осушения объекта и т. д.

В геолого-структурном отношении территория Архангельской алмазоносной провинции расположена на севере Русской плиты: на северо-западной оконечности Мезенской синеклизы, ограниченной на западе Балтийским щитом, на востоке – Канинско-Тиманским складчатым поясом. В гидрогеологическом отношении территория Архангельской алмазоносной провинции расположена в пределах Северо-Двинского артезианского бассейна.

Общие геолого-гидрогеологические условия района месторождений алмазов Архангельской алмазоносной провинции достаточно подробно изложены в работах [2, 3]. Достаточно детальное описание гидрогеологических условий непосредственно месторождений представлены в работах [1, 5].

В докладе в качестве основы для исследований используются: комплексный гидрогеологический анализ изменения гидродинамических условий при отработке алмазоносных месторождений, полевые эксперименты и натурные наблюдения, численное трехмерное геофильтрационное моделирование.

**В настоящем докладе исследуются следующие вопросы:**

- 1) обоснование фильтрационных параметров многослойной гидрогеологической системы по результатам многочисленных опытно-фильтрационных работ для района Архангельской алмазоносной провинции;
- 2) разработка методических подходов к прогнозированию изменений гидродинамической ситуации в многослойной гидрогеологической системе в результате открытой отработки месторождений твердых полезных ископаемых на базе постоянно действующей трехмерной геофильтрационной численной модели;
- 3) оценка интенсивности подтягивания некондиционных вод из глубоких частей разреза к приповерхностным контурам дренирования.

**В своем докладе автор детально рассматривает:**

- а) гидрогеологические условия района месторождений;
- б) результаты разномасштабных опытно-фильтрационных работ, проведенных на месторождениях алмазов Архангельской области и получение широкого спектра фильтрационных характеристик всех основных водоносных горизонтов и комплексов;
- в) структуру постоянно-действующей численной геофильтрационной модели района работ;
- г) результаты комплексного эвристического и прогнозного анализа гидрогеологических условий отработки месторождения алмазов на базе этой модели;
- д) задачу подтягивания некондиционных вод из глубоких частей разреза к приповерхностным контурам дренирования;

В докладе рассмотрены научные и практические вопросы гидрогеологического обеспечения эффективного проведения открытой отработки месторождений полезных ископаемых в слоистых толщах на примере алмазоносных месторождений Архангельской алмазоносной провинции.

**Основные научные и практические результаты выполненных комплексных гидрогеологических исследований заключаются в следующем:**

- для Архангельской алмазоносной провинции (на примере месторождений им. В. Гриба и им. Ломоносова) впервые обоснована дифференциация гидрогеологического разреза в значимом интервале исследования с использованием основных гидрогеологических параметров, определенных для большинства водоносных горизонтов и комплексов, участвующих в формировании водопритоков при отработке месторождений;
- впервые на методическом уровне обоснована последовательность и детальность выполнения эвристических и прогнозных расчетов изменения гидродинамической ситуации в многослойных толщах (на примере отработки действующих карьеров месторождения им. Ломоносова) при помощи методов численного моделирования на адаптированной постоянно-действующей численной трехмерной геофильтрационной модели района месторождения алмазов им. Ломоносова;
- предложены новые аналитические решения задачи подтягивания некондиционных вод из глубоких частей разреза к приповерхностным водозаборным узлам (контурам дренирования) [4].

*Автор принимал непосредственное участие в полевых работах совместно с гидрогеологами Верхотинской партии (ЗАО «Архангельскеолизведка»): Курушиным В. Ф., Козельской Т. Н. и ПАО «Севералмаз»: Веселовым В. И., Шкиль И. Э., и др., оказавших большую помощь в организации и проведении полевых опытных работ.*

*Автор выражает искреннюю признательность Арнаутову А. И., Атрощенко Ф. Г., Другову Д. А., Исхакову М. С., Потапову А. А., Хархордину И. Л., Учайеву В. К., принимавшим участие в планировании и проведении гидрогеологических исследований на разных этапах их выполнения.*

Литература

1. Атрощенко Ф. Г., Филин Р. А., Шкиль И. Э. Оптимизация системы осушения при разработке южной группы трубков месторождения им. М. В. Ломоносова открытым способом // Горный Журнал. – Москва, 2012. – № 7. – С. 33–37.
2. Малов А. И. Подземные воды Юго-Восточного Беломорья: формирование, роль в геологических процессах. – Екатеринбург: УрО РАН, 2003. – 234 с.
3. Редкие типы минеральных вод Среднерусского артезианского бассейна / под ред. А. И. Короткова, А. А. Потапова, В. Г. Румынина. – СПб.: Наука, 2013. – 303 с.
4. Румынин В. Г., Филин Р. А. К вопросу об изменении качества подземных вод на водозаборах // Вестник СПбГУ. – Санкт-Петербург, 2007. – Сер. 7. – Вып. 2. – С. 16–26.
5. Филин Р. А., Потапов А. А., Атрощенко Ф. Г., Макушенко М. Е. Опыт проведения откачек в слоистых толщах (на примере Архангельской алмазоносной провинции) // Вестник СПбГУ. – Санкт-Петербург, 2016. – Сер. 7. – Вып. 3. – С. 24–39.

**СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЯХ**

**ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПЛОЩАДКИ ПОД СТРОИТЕЛЬСТВО  
ПОДЗЕМНОГО ТОННЕЛЯ КАЗАНСКОГО ЗООБОТАНИЧЕСКОГО САДА**

**А.Ф. Хузина, Э.А. Королёв**

Научный руководитель доцент Э.А. Королёв

*Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия*

Реконструкция Казанского зооботанического сада предполагает постройку пешеходного подземного тоннеля под железной дорогой, общей протяженностью 35,5 м и шириной около 5,0 м. В административном отношении площадка расположена в Приволжском районе города Казани на берегу озера Средний Кабан. Отметка зеркала воды находится на гипсометрическом уровне в 51,5 м, сезонные колебания составляют в диапазоне 51,2 – 52,4 м [1]. Учитывая глубину заложения тоннеля на глубине около 4,0 м от поверхности, что на 1,0 м ниже зеркала воды в озерной котловине, возникла необходимость провести детальное изучение площадки будущего строительства.

В геоморфологическом плане площадка строительства приурочена к поверхности аллювиальной, второй террасы левого берега р. Волги, осложненной старицей в виде соединяющихся узкими протоками озерных котловин [1]. Поверхность террасы относительно ровная с небольшим уклоном в сторону озера Средний Кабан. Абсолютные отметки 53,2-54,7м. В геологическом разрезе террасы присутствуют аллювиальные пески мелкозернистые и пылеватые, пойменные глины и суглинки, которые в верхней части сменяются озерно-болотными образованиями с примесью торфа. Все позднеолейстоценовые отложения перекрыты культурно-насыпным слоем мощностью до 6,0 м, который нивелирует неровности поверхности второй террасы.

Проведенные буровые работы позволили выделить в пределах площадки изыскания 7 инженерно-геологических элементов (табл. 1).

**Таблица 1**

**Сводный инженерно-геологический разрез строительной площадки**

Возраст	№ИГЭ	Описание грунта	Мощность ИГЭ, м	
			от	до
tQ <sub>IV</sub>	НС	Насыпной слой супесчано-песчаный, песчаный. Песок средней крупности, слабо водонасыщенный, темно-серый, темно-коричневый, с включением шлака до 40-55%, слежавшийся.	0,8	1,5
tQ <sub>IV</sub>	НС1	Насыпной слой неоднородный, преимущественно песчаный. Песок мелкий, участками пылеватый, водонасыщенный, темно-серый, с включением строительного и бытового мусора до 5%, слежавшийся.	2,7	4,9
lbQ <sub>III</sub>	2	Глина с примесью торфа, участками заторфованная, темно-серая, с вкраплениями гумуса, с редким включением прослоек песка мощностью до 3,0 см.	0,7	1,1
lbQ <sub>III</sub>	3	Глина мягкопластичная, серовато-коричневая, с редким включением прослоек песка мощностью до 3,0 см, с черными точками гумуса	0,9	1,2
aQ <sub>II</sub>	4	Песок пылеватый, серовато-желтый, водонасыщенный, средней плотности, с включением гнезд и прослоек супеси и суглинка мощностью до 3,0 см.	1,1	3,2
aQ <sub>II</sub>	5	Песок мелкий, серовато-коричневый, водонасыщенный, средней плотности, с включением гнезд и прослоек суглинка мощностью до 5,0 см.	5,2	10,3
aQ <sub>II</sub>	6	Песок мелкий, светло-коричневый, водонасыщенный, плотный, прослоями глинистый.	5,8	8,1

Из всех выявленных инженерно-геологических элементов первые три (НС; НС1; 2) относятся к специфическим грунтам. Насыпные слои – за счет неоднородных физико-механических свойств, способных меняться с течением времени, озерно-болотные глины – за счет высокого содержания органического вещества.

Проведенные лабораторные испытания грунтов строительной площадки показали, что инженерно-геологические элементы характеризуются высокой естественной влажностью, влагоемкостью, пористостью, относительно низкими значениями плотности (табл. 2). ИГЭ №2 при модуле деформации в 5,2 МПа относятся к слабым, сильно сжимаемым грунтам. Наличие торфяных прослоек обуславливает их сильнопучинистые свойства ( $R_f \times 10^2$  от 0,86 до 1,25) [3].

Гидрогеологические условия площадки изыскания сложные. Подземные воды вскрыты на глубинах 1,3-2,8 м (абсолютные отметки 51,90 – 51,92 м), установившийся уровень зафиксирован на тех же глубинах и абсолютных отметках. Приурочены подземные воды к пескам ИГЭ № 4, 5, 6, к прослоям песка в глинах ИГЭ № 2, 3, а также к насыпным песчаным грунтам ИГЭ №НС1. Питание подземных вод происходит за счет инфильтрации атмосферных

осадков и перетекания подземных вод с более высоких надпойменных террас. Уровень подземных вод зависит от гидрологического режима озера Средний Кабан, которое является естественной дренающей для приповерхностных подземных вод второй Волжской террасы.

Учитывая высокую обводненность инженерно-геологических элементов строительной площадки, было проведено определение степени коррозионной активности слагающих их грунтов. Результаты химического состава водных вытяжек показали, что ИГЭ №НС; НС1 среднеагрессивны к бетонам марки W4 и слабоагрессивны к бетонам марки W6. Коррозионная агрессивность грунтов к алюминиевой оболочке кабеля средняя и высокая, к свинцовой оболочке кабеля средняя, согласно ГОСТ 2.602-2005[2]. Грунты нижезалегающих ИГЭ по результатам химического анализа неагрессивны по отношению к бетонам всех марок, слабоагрессивны к углеродистой стали и к свинцовым оболочкам кабеля, сильноагрессивны к алюминиевым оболочкам кабеля.

**Таблица 2**

**Физико-механические свойства инженерно-геологических элементов строительной площадки**

Свойства	Инженерно-геологические элементы						
	НС	НС1	2	3	4	5	6
Влажность природная, д.е.	0,25	0,17	0,47	0,33	0,26	0,25	0,22
Полная возможная влажность, д.е.	0,31	0,28	0,49	0,34	0,26	0,25	0,22
Число пластичности, д.е.	0,1		0,30	0,20			
Показатель текучести, д.е.	0,71		0,43	0,24			
Плотность частиц грунта, г/см <sup>3</sup>	2,66	2,66	2,56	2,70	2,66	2,66	2,66
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,81	1,95	1,70	1,87	1,98	2,00	2,05
Коэффициент пористости, д.е.	0,82	0,76	1,20	0,93	0,69	0,66	0,58
Угол внутреннего трения при природной влажности, град.	25,0	30,0	10,0	10,0	29,0	32,0	35,0
Удельное сцепление при природной влажности, кПа	15,0	2,0	30,0	29,0	3,0	2,0	3,0
Модуль деформации при природной влажности, МПа	5,75	18,0	5,2	7,6	20,0	25,0	34,0
Коэффициент фильтрации, м/сут.					0,45	1,68	1,67

Исходя из выше сказанного, при строительстве тоннеля следует учитывать несколько факторов, определяющих геологию и гидрогеологию территории проекта планировки.

Первое – это структурно-вещественную неоднородность грунтовой толщи. Наличие в верхней части инженерно-геологического разреза насыпных грунтов, характеризующихся неоднородным составом и сложением, неравномерной плотностью и сжимаемостью, присутствием под насыпными грунтами слабых, заторфованных глин, которые по своим свойствам не могут служить основанием.

Второе – территория второй надпойменной террасы реки Волги подвержена подтоплению. В соответствии п.5.4.8. СП 22.13330-2011 площадка изысканий относится к естественно подтопленным территориям [3]. Теоретически, зона возможного подтопления охватывает площадь около 53 га.

Третье – относительно большая мощность специфических грунтов, предопределяет использование свайного фундамента с полной прорезкой грунтовой толщи до ИГЭ №4.

Четвертое – при строительстве подземного тоннеля необходимо учитывать коррозионную агрессивность грунтов по отношению к алюминиевым и свинцовым оболочкам при прокладке силовых кабелей.

По совокупности данных площадка изысканий под строительство тоннеля, согласно СП 47.13330.2012, относится к III (сложной) категории сложности инженерно-геологических условий (более четырех слоев, в разрезе линзы, выклинивание слоев, подтопленность территории, наличие специфических грунтов большой мощности) [4].

#### Литература

1. Горшкова А.Т., Урбанова О.Н., Минуллина А.А., Семенов Д.А., Валетдинов А.Р., ИONOVA Ю.С. Характеристика современного состояния озер Кабан по данным батиометрических съемок // Георесурсы. – 2012. - №7(49). – С. 3–6.
2. ГОСТ 9.602-2016 «Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии».
3. СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений»
4. СП 47.13330.2016 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

**ГИДРОГЕОЛОГИЯ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮЖНО-ЯМАЛЬСКОГО  
НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РАЙОНА**

**С.В. Юдин**

Научный руководитель: младший научный сотрудник ИНГГ СО РАН, К.В. Сесь  
**Новосибирский национальный исследовательский государственный университет,  
г. Новосибирск, Россия**

Гидрогеологические исследования нефтегазоносных отложений севера Западной Сибири ведутся с пятидесятих годов прошлого века. Исследования по нефтегазовой гидрогеологии Западно-Сибирского осадочного бассейна (ЗСОБ) отражены в работах следующих исследователей: С.Р. Вагина, А.А. Карцева, В.А. Кирюхина, Н.М. Кругликова, В.В. Нелюбина, О.Н. Яковлева и многих других. Гидродинамические и геотермические условия региона нашли свое отражение в работах И.К. Гавича, А.Д. Дучкова, В.И. Дюнина, Ю.Г. Зимины, А.Э. Конторовича, А.Р. Курчикова, Б.Ф. Маврицкого, В.А. Скоробогатова, Д.А. Соина, Б.П. Ставицкого и многих других. Особенности химического состава подземных вод ЗСОБ отражены в работах Н.М. Кругликова, А.Р. Курчикова, В.М. Матусевича, Д.А. Новикова, Б.П. Ставицкого, В.М. Швеца и др. [2–7].

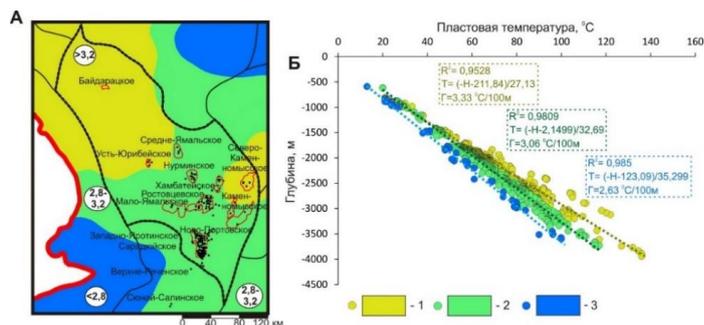
Согласно нефтегазогеологическому районированию Южно-Ямальский нефтегазоносный район (НГР) приурочен к Ямальской нефтегазоносной области (НГО) Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (НГП). В пределах территории исследования открыто 10 месторождений углеводородов, из них: 4 нефтегазоконденсатных, 3 газоконденсатных и 3 газовых.

В связи с активным промышленным освоением региона возникает необходимость в проведении детальных гидрогеологических исследований. В работе был обобщен фактический материал по гидрогеологии Южно-Ямальского НГР, что позволило уточнить особенности региональной гидрогеологической зональности, а также характер проявления локальных гидрогеологических аномалий в пределах территории исследования.

Гидрогеологические исследования нефтегазоносных отложений основаны на проведении гидрогеологической стратификации, гидродинамических и геотермических исследованиях, изучении геохимии подземных вод. В результате проведения гидрогеологической стратификации Южно-Ямальского НГР, на основе общепринятой гидрогеологической стратификации ЗСОБ [1], установлены границы гидрогеологических стратонов (водоносный горизонт, комплекс и этаж). В вертикальном разрезе выделяются два гидрогеологических этажа: верхний – зона активного водообмена, и нижний – зона затрудненного и застойного водообмена. Промышленный интерес на территории исследования представляют отложения нижнего гидрогеологического этажа, который объединяет четыре водоносных комплекса (сверху-вниз): апт-альб-сеноманский, неокомский, юрский и палеозойский.

Каждый гидрогеологический комплекс характеризуется своими отличительными гидродинамическими особенностями. В пределах апт-альб-сеноманского комплекса пластовые давления изменяются от 6,4 до 21,7 МПа. Для комплекса характерны нормальные и повышенные пластовые давления ( $K_a=0,9-1,1$ ). Для неокомского комплекса также характерны нормальные и повышенные пластовые давления от 12,7 до 34,6 МПа со средним значением коэффициента аномальности – 1,0. Зоны аномально высоких пластовых давлений (АВПД) выявлены в пределах Новопортовского и Ростовцевского месторождений, где коэффициент аномальности достигает 1,3. Пластовые давления в пределах юрского комплекса изменяются от 9,2 до 36,9 МПа, коэффициент аномальности варьирует в пределах от 0,9 до 1,4. Для комплекса характерны нормальные и повышенные давления. Пониженные давления ( $K_a<0,95$ ), как и зоны АВПД приурочены к Новопортовскому месторождению.

В результате геотермического районирования южной части полуострова Ямал выявлено три геотермические зоны: пониженных ( $\Gamma<2,8$  °C/100м), фоновых ( $\Gamma=2,8-3,2$  °C/100м) и повышенных ( $\Gamma>3,2$  °C/100м) значений среднего геотермического градиента (рис. 1 А). Наблюдается увеличение пластовых температур с глубиной залегания гидрогеологических комплексов (рис. 1. Б), а также по латерали: с запада на восток, что согласуется со структурным планом региона. Наибольшее значение пластовых температур выявлено в пределах палеозойского комплекса на Новопортовском месторождении (136 °C), а наименьшее приурочено к апт-альб-сеноманскому комплексу в пределах Мало-Ямальского месторождения (13 °C).



**Рис. 1** Схема геотермического районирования южной части полуострова Ямал (А) и изменение пластовой температуры с глубиной (Б): геотермическая зона: 1-повышенных значений, 2- фоновых значений, 3 – пониженных значений среднего геотермического градиента.

Детальный анализ гидрогеохимических материалов показал, что на территории Южно-Ямльского НГР выявлены солоноватые и соленые воды с минерализацией от 2 до 19 г/дм<sup>3</sup>. Согласно классификации С.А. Шукарева преобладают воды хлоридного натриевого и хлоридно-гидрокарбонатного натриевого состава; гидрокарбонатно-хлоридные натриевые воды встречаются реже и приурочены к апт-альб-сеноманскому и неокомскому гидрогеологическим комплексам.

Химический состав подземных вод основных гидрогеологических комплексов имеет свои особенности в распределении основных солеобразующих макро- и микрокомпонентов. Для апт-альб-сеноманского комплекса рассмотрим воду Cl-Na состава на примере типовой пробы, полученной из интервала 2073-2079м в скв. №91 Ростовцевского месторождения, которая характеризуется следующим макро- и микрокомпонентным составом: Na<sup>+</sup>+K<sup>+</sup>=2,70 г/дм<sup>3</sup>, Ca<sup>2+</sup>=0,04 г/дм<sup>3</sup>, Mg<sup>2+</sup>=0,01 г/дм<sup>3</sup>, Cl<sup>-</sup>=3,40 г/дм<sup>3</sup>, SO<sup>2-</sup><sub>4</sub>=0,05 г/дм<sup>3</sup>, HCO<sup>-</sup><sub>3</sub>=1,18 г/дм<sup>3</sup>, NH<sup>+</sup><sub>4</sub>=8,68 мг/дм<sup>3</sup>, V<sup>+</sup>=5,79 мг/дм<sup>3</sup>, Γ<sup>-</sup>=6,66 мг/дм<sup>3</sup>, Bг<sup>-</sup>=16,80 мг/дм<sup>3</sup>. Для типовой пробы воды Cl-Na состава неокомского гидрогеологического комплекса, отобранной в интервале 1896-1901м Новопортовского месторождения (скв. №112), характерен следующий состав: Na<sup>+</sup>+K<sup>+</sup>=3,05 г/дм<sup>3</sup>, Ca<sup>2+</sup>=0,05 г/дм<sup>3</sup>, Mg<sup>2+</sup>=0,02 г/дм<sup>3</sup>, Cl<sup>-</sup>=3,96 г/дм<sup>3</sup>, SO<sup>2-</sup><sub>4</sub>=0,04 г/дм<sup>3</sup>, HCO<sup>-</sup><sub>3</sub>=1,26 г/дм<sup>3</sup>, NH<sup>+</sup><sub>4</sub>=6,95 мг/дм<sup>3</sup>, V<sup>+</sup>=7,98 мг/дм<sup>3</sup>, Γ<sup>-</sup>=6,12 мг/дм<sup>3</sup>, Bг<sup>-</sup>=18,78 мг/дм<sup>3</sup>. Для юрского комплекса (типичная проба воды Cl-HCO<sub>3</sub>-Na состава, отобранная в интервале 2052-2058м скв. № 64 Новопортовского месторождения) характерен следующий макро- и микрокомпонентный состав: Na<sup>+</sup>+K<sup>+</sup>=3,08 г/дм<sup>3</sup>, Ca<sup>2+</sup>=0,05 г/дм<sup>3</sup>, Mg<sup>2+</sup>=0,01 г/дм<sup>3</sup>, Cl<sup>-</sup>=3,79 г/дм<sup>3</sup>, SO<sup>2-</sup><sub>4</sub>=0,04 г/дм<sup>3</sup>, HCO<sup>-</sup><sub>3</sub>=1,81 г/дм<sup>3</sup>, NH<sup>+</sup><sub>4</sub>=11,29 мг/дм<sup>3</sup>, V<sup>+</sup>=9,39 мг/дм<sup>3</sup>, Γ<sup>-</sup>=5,19 мг/дм<sup>3</sup>, Bг<sup>-</sup>=15,11 мг/дм<sup>3</sup>. Для типовой пробы воды Cl-Na состава палеозойского гидрогеологического комплекса, отобранной в интервале 3240-3248м Новопортовского месторождения (скв. №210), характерен следующий состав: Na<sup>+</sup>+K<sup>+</sup>=2,96 г/дм<sup>3</sup>, Ca<sup>2+</sup>=0,04 г/дм<sup>3</sup>, Mg<sup>2+</sup>=0,01 г/дм<sup>3</sup>, Cl<sup>-</sup>=3,65 г/дм<sup>3</sup>, SO<sup>2-</sup><sub>4</sub>=0,04 г/дм<sup>3</sup>, HCO<sup>-</sup><sub>3</sub>=1,53 г/дм<sup>3</sup>, NH<sup>+</sup><sub>4</sub>=9,75 мг/дм<sup>3</sup>, V<sup>+</sup>=13,63 мг/дм<sup>3</sup>, Γ<sup>-</sup>=3,43 мг/дм<sup>3</sup>, Bг<sup>-</sup>=11,40 мг/дм<sup>3</sup>. На территории исследования установлен сложный характер вертикальной гидрогеохимической зональности. На большинстве месторождений региона выявлен инверсионный тип гидрогеохимической зональности, выраженный в уменьшении значений величины общей минерализации с глубиной. Однако в пределах Новопортовского месторождения установлен сложный тип зональности: до глубины 2000м наблюдается рост величины общей минерализации, а затем ее уменьшение.

Для предварительного установления генетических типов подземных вод были выбраны следующие генетические коэффициенты: Ca/Cl, rNa/rCl, Cl/Br (рис. 2). Установлено, что несмотря на доминирование морских условий седиментации в юрско-меловое время, сингенетичные воды морского состава в нефтегазоносных отложениях практически не сохранились. Некоторые исследователи считают, что современные водонапорные системы юрских и меловых комплексов опреснены водами элизионного (термодегидратационного) и конденсационного происхождения. Это подтверждается и гидродинамическими данными (широкое проявление АВПД).

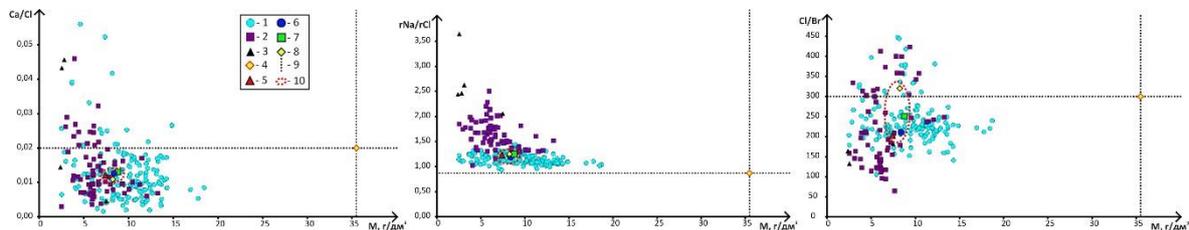


Рис. 2 Зависимости соотношений Ca/Cl, rNa/rCl, Cl/Br от величины общей минерализации: тип вод по С.А. Шукареву: 1 – Cl-Na, 2 – Cl-HCO<sub>3</sub>-Na, 3 – HCO<sub>3</sub>-Cl-Na; значения гидрогеохимического фона: 4 – морская вода, 5 – апт-альб-сеноманский комплекс, 6 – неокомский комплекс, 7 – юрский комплекс, 8 – палеозойский комплекс, 9 – значения для нормальной морской воды, 10 – облако фоновых значений для основных водоносных комплексов.

#### Литература

1. Гидрогеология СССР. Т. XVI: Западно-Сибирская равнина (Тюменская, Омская, Новосибирская и Томская области) / Под ред. В.А. Нуднера. – М.: Недр, 1970. – 368 с.
2. Конторович А.Э., Нестерова И.И., Саламанова Ф.К. и др. Геология нефти и газа Западной Сибири. – М.: Недр, 1975. – 680 с.
3. Кругликов Н.М., Нелюбин В.В., Яковлев О.Н. Гидрогеология Западно-Сибирского нефтегазоносного мегабассейна и особенности формирования залежей углеводородов. – Л.: Недр, 1985. – 279 с.
4. Матусевич В.М. Геофлюидальные системы и проблемы нефтегазоносности Западно-Сибирского мегабассейна. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2005. – 225 с.
5. Скоробогатов В.А., Соин Д.А. Геотермические условия газонефтеносности Ямальской области Западной Сибири // Геология нефти и газа. – Москва, 2009. – №5. – С. 25–29.
6. Ставицкий Б.П., Курчиков А.Р., Конторович А.Э., Плавник А.Г. Гидрохимическая зональность юрских и меловых отложений Западно-Сибирского бассейна // Геология и геофизика. – Новосибирск, 2004. – т.45. – № 7. – С. 826–832.
7. Novikov D.A. Hydrogeochemistry of the Arctic areas of Siberian petroleum basins // «Petroleum Exploration and Development» - Great Britain, 2017 - volume 44. - issue 5. – PP.780–788.

## ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА ЧАСТИЦ ПЕСЧАНОГО ГРУНТА НА СОПРОТИВЛЕНИЕ СРЕЗУ

**Е.Н. Яббарова**

Научный руководитель доцент А.И. Латыпов

*Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия*

Гранулометрический состав является одним из важнейших классификационных признаков грунтов, напрямую зависящим от их генезиса, возраста и условий формирования [2].

Определение гранулометрического состава заключается в разделении грунта на отдельные гранулометрические элементы. Таким образом, гранулометрический состав грунта – это процентное содержание первичных (не агрегированных) частиц различной крупности по фракциям, выраженное по отношению их массы к общей массе грунта [1].

Целью исследования является изучение влияния размера частиц песчаного грунта на сопротивление срезу.

В настоящей работе приведены результаты испытаний на сопротивление сдвигу образцов песчаного грунта, отобранного на севере и западе г. Казани, на четырех надпойменных террасах реки Волги различного возраста. По данным гранулометрического анализа Проба №1 - пылеватый песок, Проба №2 - мелкий песок, Проба №3 - средний песок, Проба №4 - пылеватый песок, Проба №5 - пылеватый песок.

В качестве методики проведения исследований был принят метод кольцевого среза как перспективный современный метод оценки прочностных свойств грунта. При этом важным преимуществом данного метода перед остальными является то, что существует возможность получения параметров остаточной прочности, имеющей важное значение для решения таких задач, как изучение параметров динамической прочности, оценки устойчивости грунтовых массивов и т.п.

Все лабораторные исследования были выполнены в лаборатории механики грунтов кафедры общей геологии и гидрогеологии на приборе кольцевого среза немецкой фирмы «WilleGeotechnik» (рис. 1).



*Рис. 1 Установка кольцевого среза WilleGeotechnik*

На начальном этапе исследований были проведены испытания искусственно изготовленных образцов песчаного грунта при следующих характеристиках: плотность=2,0 г/см<sup>3</sup>, влажность=0,09 д.е [3].

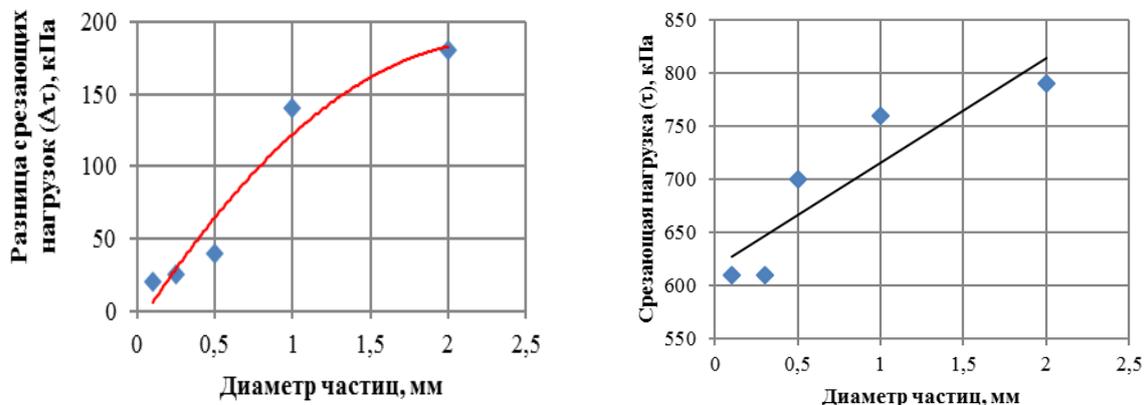
Результаты испытаний приведены в таблице.

*Таблица*

*Данные по срезающим нагрузкам*

Название пробы	Максимальная срезающая нагрузка $\tau$ , кПа	Размер зерен, мм
Проба 2, Юдино (аQ <sub>2</sub> )	620	<0.1
Проба 5, Въезд в п.Кадышево (аQ <sub>2</sub> )	620	0.1-0.25
Проба 4, п.Кадышево, «Песчаный север» (аQ <sub>1</sub> )	700	0.25-0.5
Песчаный карьер, Юдино (edQ <sub>2</sub> )	760	0.5-1
	790	1-2

По данным срезающих нагрузок (таблица 1) были построены графики зависимости максимальной срезающей нагрузки ( $\tau$ ) от размера зерен (рис. 2).



— - полиномиальная зависимость — - линейная зависимость

Рис. 2 Зависимость срезающей нагрузки от диаметра частиц

В результате полученные данные были аппроксимированы следующей зависимостью:

$\Delta\tau = -36,147d^2 + 169,08d - 10,716$ , где  $d$  – диаметр частиц,

$\tau = 93,172d + 626,26$ , где  $d$  – диаметр частиц.

Для того, чтобы определить, какая зависимость наиболее подходит для аппроксимации полученных результатов, планируется провести большее число испытаний.

**Вывод.** Как видно, размер частиц имеет важное значение в оценке сопротивления срезу песчаных грунтов. Очевидно, что кроме размера важными будут являться и другие характеристики, например, окатанность, шероховатость частиц.

В будущем планируется проведение работ по изучению влияния этих характеристик на параметры прочности.

#### Литература

1. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация. М. 2011. 63 с.
2. Житко А.В., Маржацкий П.Е. Методы определения гранулометрического состава грунта // Актуальные проблемы геотехники, экологии и защиты населения в чрезвычайных ситуациях: Труды 73-й студ. научно-технической конференции. - Минск: БНТУ, 2017. - С. 12–15.
3. Latypov A, Dranovskiy A., Investigation of sandy soil dynamic strength by the method of self-excited vibration//International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. - 2017. - Vol.17, Is.12. - P.485–490.

## **ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ**

### **АНОМАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ НАБЛЮДАЕМЫХ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОПОЧНЫХ ВОД ВУЛКАНА В СВЯЗИ С СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ И ИЗВЕРЖЕНИЯМИ ГРЯЗЕВЫХ ВУЛКАНОВ**

**Э.Э. Балогланов, О.Р. Аббасов, Р.В. Ахундов**

Научный руководитель профессор Ад.А. Алиев

*Институт геологии и геофизики Национальной Академии Наук Азербайджана,  
г. Баку, Азербайджан*

Грязевые вулканы носят очень важную и полезную информацию для определения возраста и литофациального состава осадочных пород на глубинах, не достигаемых поисково-разведочными скважинами, а также о происходящих на больших глубинах сложных геолого-геохимических процессах и в оценке ресурсов полезных ископаемых.

Из 2508 грязевых вулканов и грязевулканических проявлений, получивших распространение в мире, 353 находятся на суше и в морском секторе Азербайджана [8]. По сравнению с другими регионами, различные типы грязевых вулканов (извергающиеся, вулканы с ежедневной грифонно-сользовой деятельностью, потухшие, погребенные, нефтьвыделяющие, островные, подводные и др.), расположенных на территории Азербайджана, создают уникальные условия для решения фундаментальных и прикладных задач наук о Земле, а также других научных областей [9]. В литературных материалах, можно ознакомиться с различными научными исследованиями (образование, связь территорий их расположения с тектоникой и нефтегазоносностью и т.д.) в области изучения грязевых вулканов Азербайджана [4-7]. Однако, как в Азербайджане, так и в глобальном масштабе, результаты подробных исследований воды, выносимой на земную поверхность грязевыми вулканами, а также связь с рядом геологических событий, неоднозначны [1-3]. В научно-исследовательской работе, рассматривается пароксизмальная деятельность грязевых вулканов на основании гидрохимических показателей сопочной воды, а также их связь с сейсмической активностью в районах, прилежащих к районам распространения грязевых вулканов.

Воды, выделяемые сопками и грифонами, расположенными на кратерном поле одного грязевого вулкана, отражают различные генетические характеристики в общей классификации. Такое различие связано с выносом их из разных стратиграфических глубин и, возможно, с различием источников их питания. Различие источников их питания можно также объяснить изменением в разные периоды времени химического состава сопочных вод. В любом случае гидрохимические свойства сопочных вод связаны как с деятельностью грязевых вулканов на которых они расположены, так и на сейсмическую активность прилежащих районов. В общем, увеличение количества некоторых ионов и микроэлементов в вулканических водах является основным показателем в указанной связи.

Информация, полученная в результате научно-исследовательской работы, основана на данных сопочных вод грязевого вулкана Шихзарли, расположенного в Шамахы-Гобустанском нефтегазоносном районе Азербайджана. На активной сопке данного вулкана с марта по июнь месяц 2017-ого года проводились гидрохимические мониторинговые работы. В указанный период времени, периодически (раз в неделю) были отобраны пробы. Оценка активности исследуемой сопки произведена визуально относительно дебита водогрязевой смеси и газа. Определение химического состава сопочных вод и концентрации основных анионов и катионов выполнены методами атомной спектроскопии, ионной хроматографии и титриметрии в Центре Коллективного Пользования Института геологии и геофизики НАНА.

Было установлено, что в течение периода мониторинга состав некоторых компонентов воды ( $B$ ,  $SO_4$ ,  $Cl$ ) аномально увеличивался после слабых сейсмических толчков разных магнитуд. Во многих научных исследованиях активизацию грязевулканической деятельности рассматривают как предшественник происходящих сейсмических событий. В результате изучения этой ассоциативной корреляции с изменением гидрохимических параметров, было установлено, что после двух последовательных землетрясений, произошедших 11 мая 2017-ого года, с магнитудами соответственно  $M=5.4$  и  $M=3.3$ , 31 мая того же года было зафиксировано извержение грязевого вулкана Шихзарли.

С целью изучения связи грязевого вулканизма с сейсмичностью, учитывая магнитуду, радиус и пространственно-временные параметры, была проведена корреляция пароксизмальных событий на 13 грязевых вулканах за последние 10 лет и произошедших в этот же день или же несколькими днями ранее землетрясений и установлена определенная закономерность. На основании этих закономерностей было установлено, какое именно землетрясение оказало прямую роль на извержение грязевого вулкана.

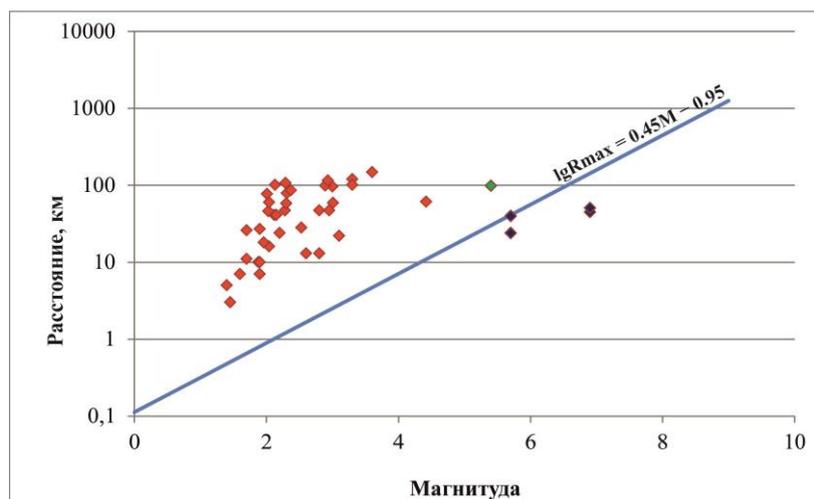
В связи с полученными данными, на основании предложенной эмпирической формулы ( $\lg R_{max} = 0.45M - 0.95$ ) [10], указывающей на вероятность воздействия землетрясений на различные флюидодинамические проявления, нами была предложена модель связи деятельности грязевых вулканов Азербайджана с землетрясениями (рис.).

На основании данных, полученных в результате построения модели, была установлена сильная позитивная корреляция между сравнительно давними извержениями 4 грязевых вулканов, в том числе вулкана Шихзарли, с произошедшими в тот период землетрясениями. Что касается извержений, зафиксированных в последние 10 лет, показывает позитивную корреляцию.

Основываясь на обобщенных результатах исследований, основным фактором стимуляции извержений грязевых вулканов можно считать землетрясения.

Проведение регулярных мониторинговых работ с целью изучения возможных причин извержений грязевых вулканов, а также их взаимосвязи с сейсмическими событиями, носит очень важный характер. В мировой практике пока нет достаточно детальных результатов исследований в области прогнозирования извержений грязевых вулканов. В результате визуально установленных изменений кратерного поля грязевого вулкана, а также наблюдая за интервалами извержений, произошедших после зафиксированных в регионе высокомагнитудных землетрясений, в некоторых случаях можно дать прогноз возможных извержений, но и этого метода не достаточно для более точного предсказания извержений грязевых вулканов.

Принимая во внимание вышесказанное, можно считать, что относительно лучший метод прогнозирования извержений, является метод гидрохимических исследований грязевых вулканов.



**Рис. 1** Модель связи извержений грязевых вулканов с землетрясениями. синий цвет – извержения грязевых вулканов, произошедшие сравнительно давно, красный цвет – извержения, произошедшие в последние 10 лет, зеленый цвет – извержение грязевого вулкана Шихзарли.

Данная работа выполнена при финансовой поддержке Фонда Развития Науки при Президенте Азербайджанской Республики – Грант № EIF-Моб-8-2017-4(30)-17/06/2.

#### Литература

1. Алиев Ад. А. Байрамов А.А. Влияние сейсмичности на грязевой вулканизм Азербайджана и некоторые парадоксы. Труды Института геологии НАН Азербайджана. – Баку: Nafta-Press, 2008. – № 36, – С. 40–51.
2. Балогланов Э.Э., Аббасов О.Р., Ахундов Р.В. Газогидрохимические показатели связи грязевого вулканизма с сейсмичностью // Ломоносов: Материалы XXIII Международной научной конференции студ., аспирант. и молодых ученых. – Москва, 2016. – С. 1.
3. Ершов В.В., Никитенко О.А., Перстнева Ю.А., Балогланов Э.Э., Аббасов О.Р. Геохимические исследования продуктов деятельности грязевых вулканов Азербайджана // Геология, геоэкология и ресурсный потенциал Урала и сопредельных территорий: Сборник статей V Всероссийской молодежной геологической конференции с международным участием. – Уфа, 2017. – С. 117–123.
4. Abbasov O.R., Baloglanov E.E., Huseynov A.R., Akhundov R.V. Hydrocarbon potential of Baku Archipelago deep deposits by data of mud volcanoes ejects // Ultra deep hydrocarbon potential: future energy resources – reality and prediction: Proceeding of the 1st International Conference. – Baku, 2012. – P. 137–139.
5. Abbasov O.R., Mamedova A.N., Guseynov A.R., Baloglanov E.E. Some new data of geochemical researches of combustible slates of Azerbaijan. Geology, geophysics and development of oil and gas fields. – 2013. – Vol. 2. – P. 32-35.
6. Abbasov O.R., Akhundov R.V. The comparative analysis of mud volcanoes of Azerbaijan and Ukraine (an example of Gobustan region and the Kerch Peninsula) // Fundamental and applied geological science: achievements, prospects, problems and ways of their solutions: Proceeding of the 5th International Scientific Conference of Young Scientists and Students. – Baku, 2013. – P. 16–18.
7. Abbasov O.R., Akhundov R.V. Petroleum potential of Paleogene and Miocene deposits in Gobustan based on oil shale products of mud volcanoes: Proceeding of the Baku World Forum of Young Scientists. – Baku, 2014. – P. 27–28.
8. Aliyev Ad.A., Guliyev I.S., Dadashev F.G., Rahmanov R.R. Atlas of the world mud volcanoes. – Baku: Nafta-Press, Sandro Teti Editore, 2015. – 321 p.
9. Baloglanov E.E., Abbasov O.R., Akhundov R.V., Huseynov A.R., Abbasov K.A., Nuruyev I.M. Daily activity of mud volcanoes and geoeological risk: a case from Gaynarja mud volcano, Azerbaijan // European Journal of Natural History. – 2017. – Vol. 4. – P. 22–27.
10. Manga M., Brodsky E. Seismic Triggering of Eruptions in the Far Field: Volcanoes and Geysers // Annual Review of Earth and Planetary Science. – 2006. – Vol. 34. – P. 263–291.

**РАСЧЕТ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МИНЕРАЛОВ, ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ  
ЦЕМЕНТОВ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**Е.Е. Белозерцева**

Научный руководитель доцент А.Н. Никитенков

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия*

Моделирование представляет собой исследование объектов, процессов и явлений на основании их моделей с целью получения представления о поведении этих объектов. В гидрогеохимии такими объектами являются подземные воды. В данном случае рассматривается взаимодействие цемента и бетонов с водой.

Одной из проблем, с которой пришлось столкнуться при моделировании процессов, таких как растворение цемента и бетонов при их взаимодействии с водой, образование вследствие этого вторичных минералов и др., является недостаток термодинамических данных для клинкерных минералов, слагающих строительные материалы, используемые повсеместно. Исследование данных взаимодействий необходимо для предотвращения разного рода разрушений любых строительных конструкций, включающих в себя цемент. Это актуально для сферы строительства, так как любому материалу присуща коррозия и разрушение с течением времени, а моделирование данного процесса позволит предпринять наиболее правильные меры для защиты от коррозии, а также спрогнозировать поведение цемента в воде, в зависимости от ее химического состава, состава самого цемента и от климатических условий района строительства.

Целью данной работы является дополнение базы термодинамических данных для минералов, входящих в состав цемента, используемых в строительстве.

Для того, чтобы рассчитать термодинамические параметры для клинкерных минералов можно использовать ряд методов, начиная от практических испытаний и заканчивая теоретическими расчетами. В данном случае использовался второй вариант, который позволил без труда, но с небольшой погрешностью рассчитать энтропию и энергию Гиббса на основе закона Неймана-Коппа и уравнения Гиббса.

Методы расчета основаны на эмпирических корреляциях между физико-химическими величинами. Те же корреляции используются в аддитивных методах расчета. Регрессионный анализ, показывающий корреляции между расчетным термодинамическим потенциалом, составом и некоторыми свойствами соединений, аналогичных изучаемым, включает множество аддитивных методов для расчета термодинамических свойств отдельных соединений. Метод адсорбции Неймана-Коппа с его вариантами был успешно использован ранее при расчете термодинамических свойств силикатных минералов, фосфатов, карбонатов, гидросульфатов, боратов, и других соединений. Погрешность расчета данным способом может составлять менее 5%, что сопоставимо с точностью экспериментальных методик [3]. Термодинамические свойства экспериментально неизученных соединений оценивались с использованием регрессионного анализа на основе классического правила аддитивности Неймана-Коппа [4]:

$$F(A_kB_l) = kF(A) + lF(B)$$

где F - произвольный термодинамический или термохимический потенциал; A и B - структурные единицы (элементы, ионы, оксиды и т. Д.), в которые могут быть разложены изучаемые соединения; k и l - числа структурных единиц.

Основными клинкерными минералами являются алит (трехкальциевый силикат), белит (двухкальциевый силикат), трехкальциевый алюминат и четырехкальциевый алюмоферрит. Для двух первых данные термодинамические параметры известны, а для двух других энергии Гиббса и энтропия были рассчитаны следующим образом.

Энтропия соединений была оценена с использованием суммы составляющих оксидов, то есть на основе закона Неймана-Коппа. Например, энтропия четырехкальциевого алюмоферрита ( $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$ ) аппроксимируется следующим образом:

$$\Delta S(4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3) = 4S(CaO) + S(Al_2O_3) + S(Fe_2O_3)$$

После получения значений энтропии минералов можно вычислить и энергию Гиббса с помощью классической формулы, используемой в термодинамике:

$$\Delta G^\circ_T = \Delta H^\circ_T - T\Delta S^\circ_T$$

В итоге были получены термодинамические параметры для 4 клинкерных минералов, приведенные ниже.

*Таблица*

*Термодинамические параметры клинкерных минералов*

Название минерала, формула	Энтропия, Дж/моль·К	Энтальпия, кДж/моль	Энергия Гиббса, кДж/моль
Алит (трехкальциевый силикат), $3CaO \cdot SiO_2$	168,7	2932,58	2786,19
Белит (двухкальциевый силикат), $2CaO \cdot SiO_2$	127,7	2310	2194,64
Трехкальциевый алюминат, $3CaO \cdot Al_2O_3$	170,02	-3588,60	-54254,56
Четырехкальциевый алюмоферрит, $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$	270,47	-5092,89	-85692,95

В основном агрессивными по отношению к цементному камню являются все кислоты и многие соли. Химическая коррозия имеет место чаще всего, а разрушение происходит наиболее интенсивно. Кислоты и некоторые соли вступают в реакцию с  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и образуют новые соединения, либо легко растворимые в воде, либо непрочные рыхлые, либо кристаллизующиеся со значительным изменением объема. Иногда это все происходит одновременно. Все кислоты разрушают портландцементный камень. Гипс также кристаллизуется с увеличением объема. Хотя в пластовых водах нет непосредственно соляной и серной кислот (но их образование можно предположить), зато имеется достаточное количество солей, агрессивных по отношению к цементному камню. К таким солям относятся сульфаты ( $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{CaSO}_4$ ), хлориды ( $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ) [2].

В дальнейшем полученные данные можно будет использовать для моделирования процесса растворения/осаждения цементов и бетонов при взаимодействии с водой в программе ПК Hydrogeo. В базу данных программы вводятся клинкерные минералы с соответствующими термодинамическими параметрами, и, далее, на их основе производится расчет взаимодействия цементов различного состава с водой. В зависимости от соотношений содержания данных минералов и химического состава воды будет наблюдаться различная картина, которая позволит определить, при каком соотношении минералов в цементе он прослужит дольше и подвергнется меньшему размытию.

Применительно к ПК Hydrogeo это выглядит следующим образом:

DataSource	Mineral	Name	H_298	G_mdjg	G_experim	S_mdjg	S_experim	V_mdjg
Маракушев А.А. Доклады академии	Al2O3			-1582216,52144				
s**Ball J.W., Nordstrom D.K., Jenne	Al3PPb5O8(OH)6	Hinsdalite		-4687360,304				0,0001428
Маракушев А.А. Доклады академии	Al2O3			-78663,54				
Маракушев А.А. Доклады академии	Bi2O3			-493449,3102				
Маракушев А.А. Доклады академии	Bi2S3			-153213,9584				
s**90how/joh	Ca1.019Na.136K		-11005700	-10114100		805,54		0,0003335
s**	Ca2Cl2(OH)2(H2O)							
	Ca2SiO4	белит, двухкальциевый	2310	0	2194,64	127,7	0	
	Ca3Al2O6	трехкальциевый апомин	-3588,6	0	-54254,56	170,02	0	
	Ca3SiO5	апит, трехкальциевый сил	2932,58	0	2786,19	168,7	0	
	Ca4Al2Fe2O10	четырекальциевый апит	-5092,89	0	-85692,95	270,47	0	
s**	Ca4Cl2(OH)6(H2O)							
Маракушев А.А. Доклады академии	Ce2O3			-1707817,111				
Маракушев А.А. Доклады академии	Ce2S3			-1146575,32				
s**Baes C.F.Jr., Mestmer, R.E., 76.Will	Co(OH)2			-458545,48				0,00002474
Маракушев А.А. Доклады академии	Cr2O3			-1052979,792				
s**Ball J.W., Nordstrom D.K., Jenne	Cu3(PO4)2(H2O)			-11517997,16				0
s**Ball J.W., Nordstrom D.K., Jenne	CuF			-191338,504				0,00001167
s**Ball J.W., Nordstrom D.K., Jenne	CuF2			-501456,584				0,0000024
s**Ball J.W., Nordstrom D.K., Jenne	CuF2(H2O)2			-998252,192				0,00004695
Маракушев А.А. Доклады академии	Dy2O3			-1771362,753				
Маракушев А.А. Доклады академии	Er2O3			-1808355,413				
Маракушев А.А. Доклады академии	Fe2O3			-742498,05				
Маракушев А.А. Доклады академии	Fe2S3			-151945,66				
Маракушев А.А. Доклады академии	Ga2O3			-998289,462				
Маракушев А.А. Доклады академии	Gd2O3			-1731895,263				

Рис. 1 База данных программы ПК НГ

В результате проделанной работы была дополнена база данных термодинамических параметров для клинкерных минералов, то есть были рассчитаны энтропия и энергия Гиббса для трехкальциевого алюмината и четырехкальциевого алюмоферрита. В дальнейшем эти данные позволят моделировать процессы коррозии цементов и прогнозировать, как они будут вести себя при взаимодействии с водой различного химического состава и в различных климатических условиях.

#### Литература

1. Букаты М.Б. Численные методы моделирования геомиграции радионуклидов: Учеб. пособие. - Томск: Изд. ТПУ, 2010. - 96 с.
2. Химическое сопротивление и защита от коррозии: учебное пособие / О. Р. Лазуткина. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 140 с
3. Essene E. J. Thermodynamics of minerals and mineral reactions // Encyclopedia of Life Support Systems, 2002
4. Koroleva O.N., M.V. Shtenberg, V.A. Bychinsky, A.A. Tupitsyn, K.V. Chudnenko Methods for calculating and matching thermodynamic properties of silicate and borate compounds // Вестник ЮУрГУ Серия «Химия». – 2017 – Т.9, №1 - С. 39–48

## МОНИТОРИНГ ВЛИЯНИЯ ПОЛИГОНА ОТХОДОВ НА СОСТОЯНИЕ ВОДНОГО ОБЪЕКТА–РЕКИ КАМЕНКА (ТОМСКИЙ РАЙОН).

А.Г. Бендер

Научный руководитель профессор О.Г. Савичев

Научный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Накопление и утилизация отходов жизнедеятельности людей представляет собой серьезную проблему, без эффективного решения которой невозможно долгосрочное развитие общества. Очевидно, что все этапы обращения с отходами должны контролироваться, а соответствующие мероприятия – корректироваться с учетом информации о состоянии полигонов отходов и окружающей среды. Эти контроль и коррекция должны осуществляться на основе достоверной информации, что и определяет актуальность экологического мониторинга, в целом, и мониторинга полигонов твердых бытовых отходов (ПТБО), в частности. Причем мониторинг ПТБО должен проводиться на всех

## СЕКЦИЯ 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ

этапах жизненного цикла подобных объектов – от технико-экономического обоснования при разработке градостроительных планов до ликвидации объектов.

С учетом этого в отделении геологии Инженерной школы природных ресурсов Томского политехнического университета (ИШПР ТПУ) начаты исследования состояния реки Каменка – элемента речной системы «Каменка – Киргизка – Томь». В 2015 г. был разработан проект строительства ПТБО в 5 км от с. Воронино Томского района Томской области, на водоразделе рек Киргизка и Ушайка (еще один приток Томи), точнее – на водоразделе безымянного притока реки Каменки и реки Сухой. Но наиболее вероятным приемником фильтрата (в случае нарушения условий строительства и эксплуатации) является именно приток реки Каменка, причем его сток составляет основную часть стока реки Каменки, а наиболее доступным местом на существенно залесенной и частично заболоченной территории ее водосбора является участок перехода автодороги Томск – Асино в районе с. Семилужки (примерно в 20 км от г. Томска). По этой причине именно здесь нами был организован пост гидрохимических наблюдений, целью которых является получение информации об изменении химического состава на разных этапах функционирования ПТБО и оценке его влияния на состояние водного объекта. Река Каменка – левый приток реки Киргизка, которая, в свою очередь, является правым притоком реки Томь. Длина реки Каменки составляет 26 км. Количество притоков длиной менее 10 км – 27 шт. Ширина русла достигает 3-4 м, при глубине от 0,2-0,3 м. Расположение полигона ТБО, а также место отбора проб отображены на рисунке 1.

Эпизодические гидрохимические исследования в водосборах Киргизки и Ушайки проводились ранее Ю.Г. Копыловой, Н.М. Шварцевой, И.В. Сметаниной, А.А. Хвашевской, Колубаевой и другими [автореф. Колубаевой; статьи Ю.Г. Копыловой и др.], в составе государственного мониторинга поверхностных вод специалистами АО «Томскгеомониторинг» [В.А. Льготин, О.Г. Савичев, В.Я. Нигороженко], в составе инженерно-экологических изысканий, но при этом чаще всего делался упор на изучение содержаний либо ряда микроэлементов, либо типичных показателей хозяйственного бытового загрязнения (соединений азота, СПАВ и др.), причем непосредственно река Каменка изучена минимально.



**Рис. 1** Расположение объектов на местности [3]

→	<b>Направление движения подземных вод</b>		<b>Направление течения реки</b>
□	<b>Место расположение полигона ТБО</b>	<b>1</b>	<b>р. Большая Киргизка</b>
●	<b>с. Семилужки</b>	<b>2</b>	<b>р. Каменка</b>
△	<b>Место отбора проб</b>	<b>3</b>	<b>Приток р. Каменки</b>
→		<b>4</b>	<b>р. Сухая</b>

Методика исследования включала в себя отбор проб воды из слоя 0,2-0,5 м от поверхности в специально подготовленные емкости и транспортировку их в гидрогеохимическую лабораторию ТПУ, где проводилось определение валовых концентраций ряда веществ и физико-химических показателей следующими методами: потенциометрическим – рН; кондуктометрическим – удельной электропроводности; титриметрическим –  $\text{CO}_3$ , мг/л,  $\text{CO}_2$ , мг/л, Об.ж, мг экв/л,  $\text{Cl}^-$ , мг/л,  $\text{HCO}_3^-$ , мг/л,  $\text{Ca}^{2+}$ , мг/л.; турбидиметрическим –  $\text{SO}_4^{2-}$ , мг/л; фотоколориметрическим –  $\text{NO}_2^-$ , мг/л,  $\text{NO}_3^-$ , мг/л, Fe общ., мг/л,  $\text{Fe}^{2+}$  мг/л,  $\text{O}_2$ , мг/л, масс-спектрометрическим с индуктивно связанной плазмой – микроэлементы. Отбор проб производился в летне-осенний период в 2017 г. В общей сложности было отобрано пять проб воды, три в летний и две в осенние периоды. Оценка речной воды проводилась по показателям состояния и правилам таксации рыбохозяйственных водных объектов. Данная оценка выбрана в связи с тем, что река является естественной водной экосистемой [2]. Анализ полученных результатов представлен в таблице.

По результатам исследования воды реки Каменки в районе с. Семилужки в целом характеризуются как гидрокарбонатные кальцевые. Качество воды и ее класс сапробности определяем по двум важным трофо-сапробным показателям, как перманганатная окисляемость мг  $\text{O}_2$  /л и рН. По показателю перманганатной окисляемости мг  $\text{O}_2$  /л вода: чистая и относится к ксеносапробному (КС) классу сапробности и нормальная по рН. В связи с наличием в пробах воды веществ второго класса опасности кадмия и свинца. Дополнительно проведена оценка качества

поверхностных вод по сумме ПДК из М загрязняющих веществ с одинаковым лимитирующим признаком вредности (ЛПВ), должно соблюдаться условие [1]:

$$\sum_{i=1}^M \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \leq 1 \quad (1)$$

где  $C_i$  – фактическая концентрации веществ, мг/л;  $\text{ПДК}_i$  – предельно допустимая концентрация в воде для  $i$ -го элемента, мг/л;  $M$  – общее число веществ одного ЛПВ, присутствующих в воде водоема.

По результатам оценки выявлено накопление веществ второго класса опасности, но данные вещества не превышают нормативных значений по санитарно-токсикологическим (с.-т.) и токсикологическим (т.) показателям для рыбохозяйственной и хозяйственно-питьевой категории водопользования. Предположительно данные содержания могут относиться к фоновым. Таким образом, прямого влияния ПТБО на данной стадии исследования не выявлено. Для более подробной оценки экологической обстановки данного водного объекта и влияния ПТБО на него, требуется более подробное изучение научных и фондовых материалов и проведение гидрохимических наблюдений.

Таблица

Химический состав вод реки Каменки у с. Семилужки

Показатели	Дата отбора				
	28.06.2017	30.07.2017	30.08.2017	20.09.2017	15.10.2017
Об.ж, мг·экв/л	5,7	5,75	5,65	5,2	5,13
pH	8,18	7,69	8,2	7,92	7,94
Окисляемость перманганатная мг O <sub>2</sub> /л	3,7	2,66	5,44	4,38	3,49
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л	339	350	350	338	338
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/л	5,3	6,99	7,05	2	4,12
Cl <sup>-</sup> , мг/л	3,36	7,7	1,1	0,87	0,92
Na <sup>+</sup> , мг/л	9,89	10,08	9,21	8,4	8,5
Ca <sup>2+</sup> , мг/л	88	93	85	80,5	82,5
K <sup>+</sup> , мг/л	1,8	1,75	0,84	0,93	1,35
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/л	0,15	0,097	0,083	0,02	0,02
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л	0,77	0,82	0,21	0,66	0,65
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/л	0,5	0,18	0,2	0,31	0,29
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мг/л	0,223	0,274	0,15	0,07	0,07
M, мг/л	459,8	477,83	467,57	443,03	447,59
Класс сапробности [1]	КС	КС	КС	КС	КС
$1. \sum_{i=1}^M \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \leq 1$	0,014	0,024	0,027	0,104	0,07
$2. \sum_{i=1}^M \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \leq 1$	0,0014	0,0025	0,0028	0,011	0,0073

Примечание: Ксеносапробность-КС

1. Для хозяйственно-питьевой категории водопользования: оценка по санитарно-токсикологическому (с.-т.) ЛПВ.

2. Для рыбохозяйственной категории водопользования: оценка по токсикологическому (т.) ЛПВ.

#### Литература

1. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. – М.: Минздрав России, 2003. – 214 с.
2. ГОСТ 17.1.2.04-77 Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов.
3. Электронный ресурс: <https://yandex.ru/maps>

## ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА Р.ЛЕНА

А.Д. Берлизева

Научный руководитель доцент Н.В. Гусева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Ухудшение качества речных вод вследствие воздействия на них хозяйственной деятельности человека является одной из важнейших проблем настоящего времени, которая требует комплексного изучения с учетом различных аспектов как водного, так и геохимического, гидробиологического режимов. Изучению таких аспектов для реки Лены занимались Анисимова Н.П., Алексеев С.В. Басков Е.А., их труды посвящены изменению химического состава подземных и поверхностных вод республики Якутии [1, 2].

## СЕКЦИЯ 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ

Целью данного исследования является выявление пространственной изменчивости химического состава среднего и нижнего течения реки Лена, для чего использованы результаты химического анализа проб, отобранных на реке в период с 21.07 по 02.08 2016 года. Отбор проб проводился от г. Якутска до дельты Лены (рис. 1), путём отбора придонной и поверхностной пробы с помощью батометра. Всего было отобрано 47 проб на 35 точках из них 33 поверхностных и 14 придонных. Отбор придонных проб проводился с различных глубин в интервале 10-20 метров. Непосредственно сразу после отбора проводился анализ на определение содержания кислорода по методу Винклера и определение кислотно-щелочных условий с помощью портативного рН-метра АНИОН 7000. Определение общего химического состава, соединений азота, содержания органического углерода проводились в ПНИЛ гидрогеохимии НОЦ «Вода» ИПР, ТПУ.



Рис.1 Карта фактического материала

Рассматриваемые воды ультрапресные, минерализация изменяется от 0,05 до 0,11 г/л. По соотношению основных ионов воды гидрокарбонатные с переменным катионным составом кальциевые, натриевые или кальциево-натриевые (рис. 2). Химический состав поверхностных водных масс и придонных не имеет значительных отличий. Содержание кислорода вниз по течению увеличивается, изменяясь в интервале 8,86–10,95 мг/дм<sup>3</sup>, кислотно-щелочные условия изменяются в пределах 6,76–7,71. Вниз по течению наблюдается тенденция к снижению рН. После смены пойменной луговой растительности таёжной зоны на тундровую природную зону, отмечается небольшое увеличение рН до 7,2. Максимальное значение рН отмечено ниже Якутска до впадения р. Алдан, как в поверхностной, так и придонной пробах.

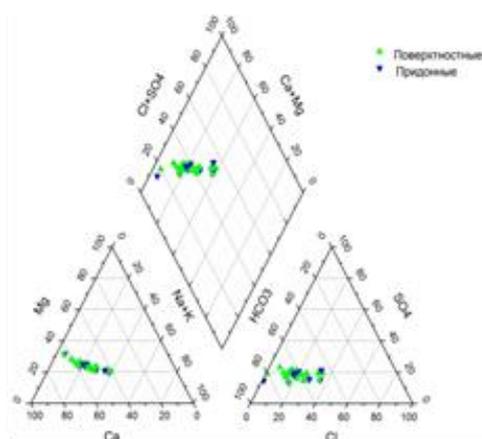


Рис. 2 Диаграмма Пайпера с нанесением данных по химическому составу р. Лена

Анализируя распределение основных ионов в водах реки Лена от г. Якутска до дельты (рис. 3), следует отметить значительную динамику изменения содержаний хлора и натрия. Резкие повышения концентраций этих ионов отмечены в 6 точке после впадения в р. Лена притока Ханчалы, в 9 точке, при впадении крупного притока – р. Вилюй, в 14 и 16 район впадения притока Ундюлюк. Резкое снижение концентрации Na и Cl наблюдается в точке 4 при впадении р. Алдан. По динамике изменения содержания гидрокарбонат-иона можно выделить три типичных участка: от г. Якутска до впадения р. Вилюй, где распределение HCO<sub>3</sub> неравномерно, скачкообразно и в среднем

составляет 54 мг/дм<sup>3</sup>, ниже по течению наблюдается повышение среднего значения до 57 мг/дм<sup>3</sup> и равномерное изменение до впадения рек Муна и Моторчуна после чего отмечено плавное снижение среднего значения – 52 мг/дм<sup>3</sup>.

Концентрация PO<sub>4</sub> в рассматриваемых водах составляет от 0,01 до 0,15 мг/л, а содержание NO<sub>3</sub> – от 0,15 до 0,9 мг/л, при этом вниз по течению происходит уменьшение содержания этих ионов.

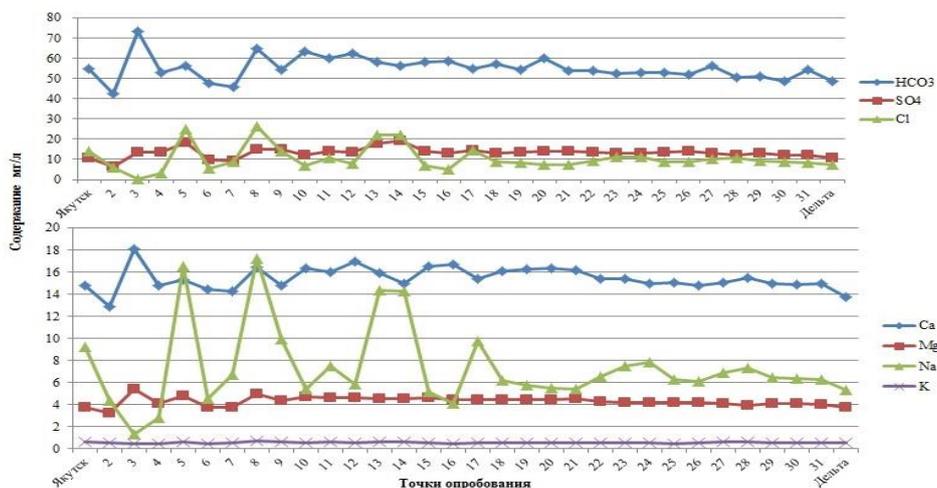


Рис. 3 Графики изменения содержания макрокомпонентов в водах р. Лена

Однако стоит отметить наличие резкого роста концентраций в отдельных точках, максимальное увеличение концентрации отмечено в точках 30 и 31, после отмечен резкий спад. Резкая смена концентрации после данных точек может быть связана со сменой растительности тундровой зоны с мохово-лишайничковой, курстарничковой и осоково-пушницевой кочкарной на арктическую тундровую растительность, где наряду с мхами, лишайниками и травами, большую роль играют арктоальпийские кустарнички [3].

На рассматриваемом нами участке р. Лена пространственное изменение химического состава по основным макрокомпонентам позволило выделить следующие зависимости: снижение значения pH по мере продвижения вниз по течению; изменение содержания кислорода имеет обратную от pH зависимость; резкие изменения концентрации Na и Cl при впадении притоков. Изменения содержания ионов PO<sub>4</sub> и NO<sub>3</sub> наблюдается при изменении ландшафтных условий.

#### Литература

1. Алексеев С.В., Алексеева Л.П. Гидрогеохимия криолитозоны центральной части Якутской алмазоносной провинции // Криосфера Земли. – Якутск, 2000. – Т.4. – с. 89–96.
2. Анисимова Н.П. Гидрогеохимическая характеристика р. Лены в среднем её течении // Исследования вечной мерзлоты в Якутской республике. – Якутск, 1952. – Вып.3. – с. 109–124.
3. География России. Атлас / под ред. А.И.Алексеева. – 2-е изд., испр. – М.: Дрофа, 2006. – 56 с.: ил., карт.

## ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОД ПРИБРЕЖНОЙ ЧАСТИ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

Е.В. Васина

Научный руководитель доцент А.А. Хвацевская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Территории Арктических морей в настоящее время играют важную роль в развитии минерально – сырьевой базы страны, являясь платформой потенциальных источников углеводородного сырья. Разработка месторождений углеводородов часто оказывает отрицательное воздействие на экологическую обстановку и в том числе на состояние имеющихся на ней водных ресурсов. Вместе с тем, концепция устойчивого развития углеводородных месторождений применительно к арктическим проектам [7] показывает возможность разработки новых труднодоступных, но очень богатых месторождений нефти на территории вечной мерзлоты с минимальным воздействием на окружающую среду. В этой связи исследование особенностей химического состава вод Арктических морей для оценки их современного состояния и проведения последующих мониторинговых наблюдений является актуальным.

Цель работы – анализ особенностей химического состава поверхностных вод прибрежной части Арктических морей акватории Карского моря.

Материалами исследования в работе послужили данные химического состава поверхностных вод в акваториях Карского, Белого и Баренцева морей, а также в Обской губе, полученные в ходе экспедиционных работ

**СЕКЦИЯ 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ**

летом 2014 г. Общий химический анализ вод проводился в проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии ТПУ. Всего проанализировано 12 проб воды.

Карское море является окраинным морем Северного Ледовитого океана, береговая линия которого сложна и извилиста. Море обрамляют преимущественно абразионные, но встречаются аккумулятивные берега [5]. Самым крупным его заливом является Обская губа, эстуарий реки Обь. Грунт в губе вязкий, состоит в основном из синего ила, береговые же отмели песчаные. Берега совершенно безлесные, с западной стороны обрывистые, с восточной более плоские или бугристые. Почва на берегах болотистая. Баренцево море также является окраинным морем Северного Ледовитого океана. Берега преимущественно аккумулятивные, реже – абразионно-аккумулятивные равнины разного генезиса. Донные отложения представлены песком и илистым песком, местами наблюдается примесь грубообломочного материала [4]. Белое море является шельфовым морем. Дно имеет сильно расчленённый рельеф. Донные отложения основной части моря представлены илом и песчанистым илом, в северной части моря преобладают песчаные и каменистые грунты [1].

*Таблица*

*Химический состав природных вод Акватории*

Хим. состав	pH	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	О.Ж.	М.*	Сорг.	Feобщ	Хим. тип вод**
Ед. измерения		мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг-экв/л	мг/л	мг/л	мг/л	
Белое море, Кольский п-ов	7,8	126	2390	17530	297	1105	9930	336	106,9	31714	2,9	0,16	SO <sub>4</sub> -Na
Баренцево море, о. Колгуев	7,8	132	2537	18525	318	1178	10468	353	114,1	33511	1,8	0,45	SO <sub>4</sub> -Na
пролив Югорский Шар	7,7	101	1735	13294	232	810	7550	254	79,1	23976	2,9	0,19	SO <sub>4</sub> -Na
Карское море	7,4	68	1392	8937	160	561	5140	173	54,8	16431	1,4	0,16	SO <sub>4</sub> -Na
Карское море	7,6	98	2064	13762	252	859	7880	266	84,2	25181	1,7	0,13	SO <sub>4</sub> -Na
П-о Ямал, м. Скураатов а	7,6	98	1781	12800	228	849	7180	246	82,2	23182	2,1	0,36	SO <sub>4</sub> -Na
м. Ханарасал я	7,1	37	153	1024	27	63	590	19,4	6,6	1913,4	6,3	0,78	SO <sub>4</sub> -Na
<i>Обская Губа</i>													
п. Дровяной	7,1	31	2,7	9,1	6	2,3	7	0,74	0,5	58,84	5,8	1,5	HCO <sub>3</sub> -Na
м. Хасрѐ	7,3	40	6,5	4,2	9,2	2,5	4,7	1,08	0,7	68,18	10,1	1,7	HCO <sub>3</sub> -Ca
м. Каменный	7,3	52	5,8	4,5	12,2	3,2	5,4	1,1	0,9	84,2	11,9	1,5	HCO <sub>3</sub> -Ca
Новый порт	7,3	63	5,9	4,8	14,3	4,1	5,6	1	1,1	98,7	13,2	5,2	HCO <sub>3</sub> -Ca
Новый порт	7,3	65	6,2	5,7	15,1	4	6,2	1,02	1,1	103,22	13,5	5,3	HCO <sub>3</sub> -Ca
Кларк морской воды, мг/л [5]	-	28	-	19190	408	1280	10670	396	-	-	-	0,005	-
Кларк речной воды, мг/л [5]	-	7,9	-	5,5	12	2,9	5,0	2,0	-	-	-	0,04	-

Примечание: М.\* - минерализация; Хим. тип вод\*\* - химический тип вод

Данные по химическому составу вод исследуемых морей, представленные в таблице, показывают, что по направлению вдоль прибрежных частей Белого, Баренцева и Карского морей до Обской губы в морской воде наблюдаются «скачки» минерализации от 33511 до 16431 мг/л. Показатель pH изменяется в пределах от 7,4 до 7,8, то есть воды являются переходными от нейтральных к слабощелочным. Общая жесткость исследуемых вод высокая и изменяется в пределах от 54,8 до 114,1 мг-экв/л. Это обусловлено в свою очередь высоким содержанием в водах Ca<sup>2+</sup> и Mg<sup>2+</sup>, изменяющимся в

пределах от 160 до 318 мг/л и от 561 до 1105 мг/л соответственно. Для морских вод, помимо высокой общей жесткости, характерно большое содержание сульфат-иона: Белое море – 2390 мг/л, Баренцево море – 2537 мг/л, и далее концентрация снижается до 98 мг/л в районе полуострова Ямал. Сам по себе в ионной форме сульфат характерен для природных вод с малой минерализацией, но с увеличением минерализации он образует устойчивые ассоциированные нейтральные пары с  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ . Также одной из причин такого высокого содержания сульфата является поступление в воду отмерших и окислившихся растительных и животных организмов, поступающих с подземным стоком. В высокоминерализованных морских водах в анионном составе преобладает хлорид-ион, источником появления которого являются магматические породы, состоящие из хлорсодержащих минералов [3]. Его концентрация изменяется от 17530 мг/л в Белом море до 8937 мг/л в Карском море и затем опять наблюдается увеличение до 12800 мг/л в районе полуострова Ямал. Концентрации ионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$  уменьшаются от Белого моря до полуострова Ямал от 9930 до 7180 мг/л и от 336 до 246 мг/л соответственно. В месте, где Карское море переходит в Обскую губу наблюдается слабосоленоватые воды с минерализацией 1913,4 мг/л, за счет смешения пресных вод с морскими [8].

Воды Обской губы пресные с минерализацией от 58,8 до 103,2 мг/л, нейтральные  $\text{pH}=7,1-7,3$ . Общая жесткость увеличивается от 0,5 до 1,1 мг-экв/л. Среди катионов преобладают ионы  $\text{HCO}_3^-$  при колебаниях концентрации от 31 до 65 мг/л. Среди анионов преобладающими являются  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Na}^+$ , концентрация которых увеличивается от 6 до 15,1 мг/л и уменьшается от 7 до 6,2 мг/л в районе поселка Дровяной до Нового порта соответственно. Концентрация железа общего увеличивается от 1,5 мг/л в районе поселка Дровяной до 5,3 мг/л в Новом порту.

По мере приближения от Белого моря до Обской губы и далее до места впадения реки Оби в Обскую губу наблюдается увеличение содержания органического вещества, примерно в 4,5 раза (от 2,9 мг/л в Белом море до 13,5 мг/л в районе Нового порта), вместе с тем происходит переход от слабощелочных вод к нейтральным. Согласно [2] изучение потоков осадочного вещества на исследуемой территории показало, что в речных водах потоки осадочного вещества выше, чем на территории морей и наблюдается достаточно быстрое осаждение взвесей, которые содержат большое количество различных бактерий.

Таким образом, воды прибрежной части арктических морей (вплоть до входа в Обскую губу) по химическому типу преимущественно сульфатные натриевые, соленые, очень жесткие и по кислотно-щелочному показателю - переходные от нейтральных к слабощелочным. В месте смешения морских вод с Обскими воды являются нейтральными, собственно пресными, жесткими и также сульфатно-натриевыми. Воды Обской губы гидрокарбонатные, преимущественно кальциевые, иногда натриевые, ультрапресные, очень мягкие и по значению  $\text{pH}$  переходные от нейтральных к слабощелочным [8].

Общее содержание химических компонентов исследуемых вод практически соответствует среднему содержанию этих компонентов в зоне гипергенеза, что свидетельствует об отсутствии в настоящее время антропогенного воздействия на данные воды.

Большие превышения наблюдаются по  $\text{Fe}_{\text{общ}}$ : в Белом море содержание превышено в 32 раза, в районе мыса Ханарасала в 156 раз, а в Новом порту в 132,5 раза. Повышенное содержание характерно для данных вод, так как они приурочены к водам с высокими фоновыми содержаниями железа из-за присутствия в них органического вещества, способствующего миграции железа в исследуемых водах.

#### Литература

1. Евзеров В.Я. Эволюция осадконакопления в прибрежных районах Баренцева и Белого морей в поздне- и послеледниковое время. – В кн.: Позднечетвертичная история и седиментогенез окраинных и внутренних морей. М., «Наука», 1979, с. 29–33;
2. Лисицын А.П., В.П. Шевченко, М.Е. Виноградов, О.В. Северина, В.В. Вавилова, И.Н. Мицкевич «Потоки осадочного вещества в Карском море и в эстуариях Оби и Енисея» 1994, том 34, № 5, с. 748–758;
3. Неорганические вещества. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://bio.krc.karelia.ru/misc/hydro/mon4.html> (дата обращения: 21.11.2017);
4. Репкина Т.Ю. «Морфолитодинамика побережья и шельфа Баренцева моря». Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук. Москва, 2005. – 194 с.;
5. Романенко Ф.А. «Региональные особенности развития берегов Арктических морей в голоцене». - Москва, Московский государственный университет, 2012. – 92 с.;
6. Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых/А.П. Соловов, А.Я. Архипов, В.А. Бугров и др. – М.: Недра, 1990. – 335 с.: ил.;
7. Чухарева Н.В. «Основные положения устойчивого развития применительно к Арктическим проектам». Творчество юных – шаг в успешное будущее: Труды X Всероссийской научной молодежной конференции с международным участием с элементами школы имени профессора М.К. Коровина по теме: «Арктика и ее освоение». – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2017. – 466 с.
8. Шварцев С.Л. «Общая гидрогеология»: Учебн. для вузов – М.: Недра, 1996 г. – 423 с.: ил.;

### ПОВЕДЕНИЕ ФТОРИД-ИОНА В ВОДАХ ПРИРОДНОГО КОМПЛЕКСА ТАРЫС

Е.А. Ворожейкина

Научный руководитель кандидат геолого-минералогических наук Гусева Н.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В природе фтор не встречается в свободном состоянии, является частью соединений с различными элементами, которые распадаясь при определенных условиях, образуют ионы фтора. Его соединения можно найти в почве, воде, продуктах питания. Это жизненно необходимый элемент для человека, но польза фтора отделяется от его вредного воздействия очень небольшой границей. Следует знать, что фтор является активным участником в

## СЕКЦИЯ 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ

обмене веществ, минерализации костной ткани, снижает вероятность остеопороза, принимает участие в формировании скелета, стимулирует кровеносную и иммунную систему. Вред фтора может проявляться при его больших концентрациях в организме. Причиной флюороза зубов, артрита и флюороза костей является регулярное превышение суточной нормы фтора в организме человека.

Согласно [4] в подземных водах наиболее высокие концентрации фтора характерны для подземных вод палеозоя, для подземных источников, относящихся к месторождениям F-содержащих минералов, к областям бывшей или существующей вулканической и тектонической деятельности, а также для термальных и минеральных вод. В вышеперечисленных районах, фиксируются максимальные концентрации фтора в поверхностных (0,5-20 мг/дм<sup>3</sup>), грунтовых (до 7 мг/дм<sup>3</sup>) и артезианских (до 20 мг/дм<sup>3</sup>) водах. В водах термальных источников концентрации фтора могут достигать нескольких десятков мг/л; в азотных термальных водах, например, до 27 мг/дм<sup>3</sup> и более [4]. Следует отметить, что требования по контролю качества и безопасности минеральных вод по химическим и микробиологическим показателям [2] концентрации фтора в лечебных водах не должно превышать 15 мг/дм<sup>3</sup>.

Одной из важнейших проблем является выявление источников фторид-иона в термальных водах, которые часто используются в бальнеологических целях. Согласно [5] работам И.С. Ломоносова источником этого элемента в термах являются растворы магматического генезиса (ювенильные воды). Согласно [7] одним из самых важных процессов формирования химического состава терм является степень взаимодействия воды с горными породами, которая в значительной степени определяется временем их контакта, т.е. промежутком между проникновением воды в горные породы и выходом ее на поверхность.

Цель работы – исследование поведение фтора в природных водах Тарыса, Восточная Тыва. Тарыс – большая группа термальных источников, расположенных в высокогорной местности на юго-востоке Республики Тыва в Тере-Хольском районе, вблизи границы с Монголией [6]. Опробование 29 родников проводилось в 2015 г. сотрудниками ТПУ. В полевых условиях были определены температура воды, pH, Eh.

Подземные воды природного комплекса Тарыс разнообразны по химическому составу и температуре. Температура вод изменяется от 7,2 до 48 °С. В пределах исследуемой территории 12 источников являются горячими. Максимальная температура воды зафиксирована в источниках № 1 и № 6, их температура достигает 48 °С. Кислотно-щелочные условия характеризуются величиной pH от 7,3 до 9,8, и воды являются слабощелочными, околонейтральными, и сильнощелочными. Величина окислительно-восстановительного потенциала варьирует от – 384 до 65 мВ. Воды природного комплекса Тарыс являются пресными, минерализация, изменяется от 101 до 454 мг/дм<sup>3</sup>. Разница химического состава и различные условия формирования термальных вод природного комплекса Тарыс предопределили необходимость проведения типизации рассматриваемых вод. Для этой цели был применен метод кластерного анализа. В результате кластеризации 29 родников были выделены 3 группы родников, первый кластер (группа) включает 12 родников, второй – 10 родников, а третий – 6 [3].

Особенностью рассматриваемых вод является высокая концентрация фторид-иона. В рассматриваемых родниках первой и второй групп, отмечается высокая концентрация фторид-иона, среднее содержание которого в родниках группы 1 и 2 – 23 мг/дм<sup>3</sup>. Максимальная концентрация данного иона 23,8 мг/дм<sup>3</sup> наблюдается в водах с pH 9,5. Фторид-ион накапливается преимущественно в щелочных водах. С увеличением минерализации происходит постепенное увеличение концентрации фторид-иона. Максимальная его концентрация - 20-25 мг/дм<sup>3</sup> отмечается в водах с минерализацией от 370 до 460 мг/дм<sup>3</sup>.

Поведение фторид-иона в природных водах в значительной степени связано с поведением ионов кальция. При высоких концентрациях фторид-иона в водах концентрация кальция весьма низка (рис. 1а). При этом с ростом температуры наблюдается рост концентрации фторид-иона, тогда как концентрация кальция снижается.

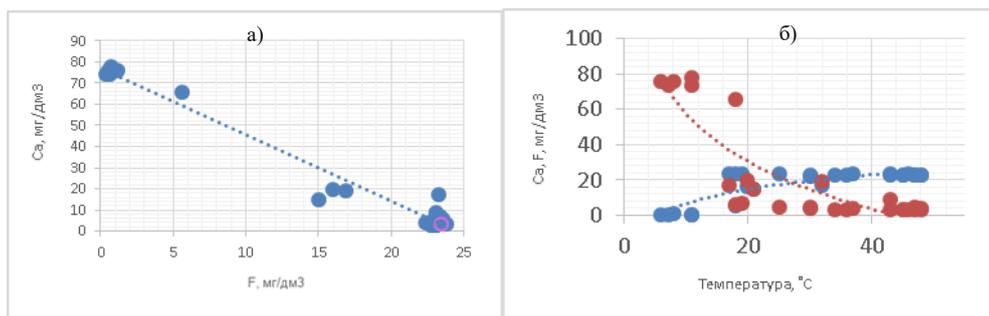


Рис.1 Поведение F<sup>-</sup> при увеличении концентрации Ca<sup>2+</sup> (а), поведение F<sup>-</sup> и Ca<sup>2+</sup> при изменении температуры (б)

Согласно [7] накопление фторид-иона в водах происходит в результате их взаимодействия с горными породами. В процессе непрерывного растворения первичных минералов и осаждения вторичных минералов в природном растворе происходит постоянное изменение соотношения между химическими элементами. Подземные воды природного комплекса Тарыс не равновесны с первичными алюмосиликатами, которые они растворяют, при этом последние выступают источниками фтора в водах. При этом рассматриваемые воды насыщены кальцитом (рис.2а), в результате чего кальций удаляется из раствора, и его концентрация в водах снижается, а содержание фторид-иона в подземных водах увеличивается до 23 мг/л. Накопление в растворе фторид-иона продолжается до тех пор, пока воды не достигнут равновесия с флюоритом (рис.2б). Насыщенность рассматриваемых вод флюоритом препятствует дальнейшему росту концентрации фторид-иона в рассматриваемых водах.

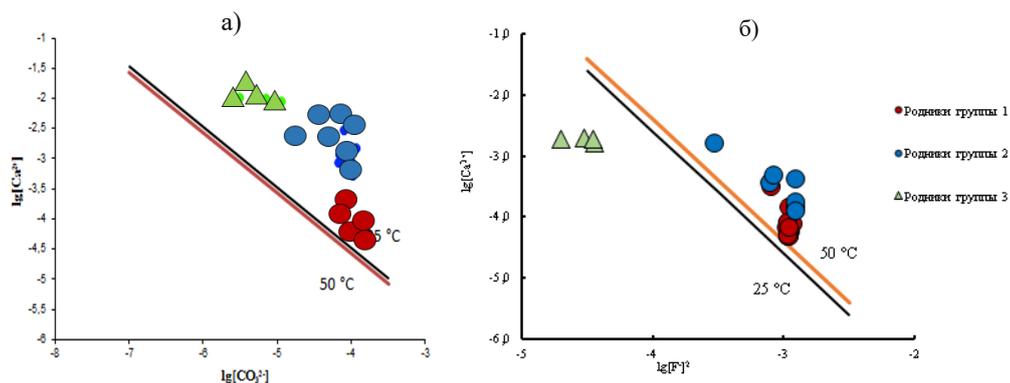


Рис.2 Диаграммы равновесия вод природного комплекса Тарыс с а)- кальцитом, б)- флюоритом

Таким образом, в подземных водах природного комплекса Тарыс максимальная концентрация фторид-иона достигает 23,8 мг/дм<sup>3</sup>. Поведение данного элемента зависит от основных параметров водной среды, а именно: рост температуры и pH приводит к увеличению концентрации фторид-иона. Основным источником фторид-иона является процесс взаимодействия воды с горной породой. Геохимическим барьером, препятствующим накоплению фторид-иона в водном растворе, является образование вторичного минерала – флюорита.

#### Литература

1. Ворожейкина Е. А. Применение кластерного анализа для типизации родников природного комплекса Тарыс (Тува) / Е. А. Ворожейкина, А. В. Шестакова; науч. рук. Н. В. Гусева // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXI Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 130-летию со дня рождения профессора М. И. Кучина, Томск, 3-7 апреля 2017 г. : в 2 т. — Томск : Изд-во ТПУ, 2017. — Т. 1. — С. 530–532].
2. Контроль качества и безопасности минеральных вод [Электронный ресурс] // Методические рекомендации № 96/225: [сайт]. – Режим доступа: [http://www.lawrussia.ru/texts/legal\\_673/doc673a242x551.htm](http://www.lawrussia.ru/texts/legal_673/doc673a242x551.htm), – Загл. с экрана (дата обращения: 14.05.2017).
3. Крайнов С.Р. О геохимии фтора, вольфрама и германия в азотных термальных водах кристаллических пород // Геохимия, 1965, № 11, с. 1335–1345.
4. Крайнов С.Р., Швец В.М. Основы геохимии подземных вод. – М.: Недра, 1980. – 285 с.
5. Ломоносов И.С. Геохимия и формирование современных гидротерм Байкальской рифтовой зоны. Новосибирск, Наука, 1974, 168 с.
6. Пиннекер Е. В. Минеральные воды Тувы / Е. В. Пиннекер. - Кызыл: Тув. кн. изд., 1968. - 105 с.
7. Шварцев С.Л. Механизмы формирования фтора в азотных термах. Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2017. Т. 328. № 12. 105–115

## ХАРАКТЕР И ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В РАЙОНЕ КОМПЛЕКСА НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ И НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ЗАВОДОВ В Г. НИЖНЕКАМСКЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

А. Р. Галиева, Н.А. Курлянов

Научный руководитель доцент Р.Х. Мусин

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

Город Нижнекамск широко известен своей промышленной зоной. Здесь располагаются такие предприятия, как ПАО “Нижнекамскнефтехим” (крупнейшая нефтехимическая компания Европы, первая продукция – в 1967 г.), ПАО “Нижнекамскшина” (крупнейшее предприятие шинной промышленности в РФ и СНГ). В этой зоне находятся и другие нефтеперерабатывающие и нефтехимические предприятия.

Нижнекамская промышленная зона расположена на достаточно высоком и широком залесённом водоразделе по левобережью р. Кама, восточнее г. Нижнекамск. Общая её площадь – не менее 20 км<sup>2</sup>. В геолого-структурном плане промплощадка приурочена к юго-восточному склону Северо-Татарского свода Волго-Уральской антеклизы Русской платформы [1]. Верхняя часть геологического разреза сложена комплексами полигенных карбонатно-терригенных образований уржумского, казанского и уфимского ярусов средней и нижней перми общей мощностью около 250 м [3]. Характерной их особенностью является чередование в разрезе седиментационных пачек, соответствующих отдельным ритмам осадконакопления. Основания пачек обычно представлены песчаниками, а кровельные части – глинами, реже карбонатными породами. Толщина отдельных прослоев обычно составляет 2-6 м, реже более, а мощность пачек может достигать 30-40 м. Пермские отложения перекрыты четвертичным покровным комплексом, представленным, в основном, элювиально-делювиальными суглинками. Мощность суглинков 1-20 м.

## СЕКЦИЯ 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ

По схеме гидрогеологического районирования И.К. Зайцева (1986 г.) рассматриваемый район расположен в пределах Волго-Уральского артезианского бассейна, в области достаточного увлажнения [2]. Нижнекамская промышленная зона является областью развития межпластовых подземных вод, формирующих типичные междуречные потоки. Области их питания являются водораздельные пространства, а разгрузки – палео- и современные речные долины. Карбонатно-терригенный состав водовмещающего матрикса, относительная короткость путей фильтрации, а также невысокая минерализация атмосферных осадков, являющихся основным источником питания подземных вод, обусловили довольно высокую мощность зоны пресных вод, охватывающую всю рассматриваемую 250 м часть разреза.

Зона пресных подземных вод изученного района отличается ярко выраженной вертикальной гидрогеохимической зональностью. В направлении сверху вниз (от уржумского водоносного комплекса до уфимского) происходит смена гидрокарбонатных кальциевых и магниевых-кальциевых вод на гидрокарбонатные и сульфатно-гидрокарбонатные натриевые (гидрогеохимические типы воды – по ОСТ [10], согласно которому компоненты перечисляются в порядке увеличения концентраций от 20 %-моль). При этом минерализация варьирует в нешироких пределах – 400-600 мг/дм<sup>3</sup> (несмотря на увеличение времени взаимодействия в системе “вода-порода”), а жёсткость постепенно снижается с 6-8 до 0,5-2 ммоль/дм<sup>3</sup>. Также снижаются концентрации гидрокарбонатов с 360-400 до 200-250 мг/дм<sup>3</sup>, а рН увеличивается с 6,8 до 8,8. Данная зональность обусловлена процессами ионного обмена и осаждением карбонатов кальция и магния за счет увеличения щелочности подземных вод. Повышение рН до 8,8 скорее всего связано с недостатком углекислого газа для связывания гидроксил-иона, выделяющегося при гидролизе силикатов и алюмосиликатов, который сопровождается и поступлением в подземные воды Na<sup>+</sup> [9, 11]. Охарактеризованная вертикальная зональность обуславливает повышенную мощность (на водоразделах более 200-250 м) зоны пресных вод, при которой глубокозалегающие подземные воды являются мягкими и отличаются благоприятным питьевым качеством (которое иногда нарушается сверхпредельными для питьевых вод концентрациями бора).

Наиболее активно загрязнение гидросферы района проявлено в её верхней части, а ниже уровня грунтового горизонта отмечается крайне редко. В Нижнекамском промышленном районе проявлены все основные типы загрязнения – промышленное, сельскохозяйственное, коммунально-бытовое и, вероятно, загрязнение, связанное с разработкой нефтяных месторождений. При этом все типы загрязнения характеризуются локальным характером распространения [5]. Так промышленное загрязнение возможно в пределах самих предприятий (инженерных объектов) и в ближайшем их обрамлении. По имеющимся данным загрязнение как поверхностных, так и подземных вод не распространяется далее 1-1,5 км от границ промышленной зоны (или объектов, вынесенных за её пределы). Промышленное загрязнение обычно выражается в увеличении минерализации и жёсткости вод, концентраций в них нефтепродуктов, фенолов и многих тяжелых металлов. Коммунально-бытовое загрязнение подземных вод обычно ограничивается контурами населенных пунктов, в большинстве случаев оно проявлено сверхпредельной жёсткостью и окисляемостью (здесь и далее в качестве предельных рассматриваются ПДК для питьевых вод). Сельскохозяйственное загрязнение проявляется узлокальными “всплесками” жёсткости, содержания азотных соединений и органических веществ [6].

Локализация загрязнения преимущественно в верхней части разреза (в поверхностных и грунтовых водах) связана с особенностями его литолого-фациального строения. Главным здесь является преимущественно терригенный характер разреза с не менее чем 50% распространённостью глин и довольно высокая известковистость пород. Наличие карбонатных соединений определяет буферные (защитные) свойства геологической среды относительно кислых атмосферных осадков, вероятность выпадения которых в Нижнекамской промышленной зоне довольно высока (даже при нормальном рН атмосферных осадков, они приобретают кислую реакцию при фильтрации через лесную подстилку) [4]. Наличие же мощных глинистых прослоев определяет формирование многочисленных горизонтов межпластовых вод, которые препятствуют глубокому проникновению поверхностного загрязнения. При проявлении загрязнения грунтовых вод (вод первого от поверхности водоносного горизонта) загрязнённые воды вовлекаются в плановую фильтрацию и разгружаются в близрасположенных долинах рек и ручьёв, плотность которых достаточно высока. В меженные периоды все поверхностные водотоки являются областями разгрузки подземных вод и на качество подземных вод они какого-либо влияния оказать не могут. В пределах самих водотоков проявленное загрязнение характеризуется узлокальным проявлением, т.к. поверхностные воды района также обладают высоким потенциалом самоочищения (разбавление чистыми водами (атмосферными, поверхностными, подземными), сорбция на взвешенных частицах и выпадение в осадок, хемо- и биодеструкция, и др.).

Ярким примером, отражающем высокие буферные свойства геологической среды Нижнекамской промышленной зоны, являются данные по действующему полигону захоронения промышленных отходов ПАО “Нижнекамскнефтехим” [7]. Он находится в 0,5 км от границ одного из промышленных предприятий. При этом полигон отходов и предприятия Нижнекамской зоны характеризуются сходными ландшафтными, геологическими и гидрогеологическими условиями. Площадь картового поля полигона составляет 0,21 км<sup>2</sup>. Он функционирует с 1982 г. К началу 2014 г. в его пределах было захоронено 504081 м<sup>3</sup> разнообразных отходов. Длительная эксплуатация полигона привела к интенсивному загрязнению грунтовых вод, локализованных в уржумских отложениях. Их минерализация внутри картового поля и на его ограничении (в наблюдательных скважинах первого пояса) может достигать 7-12 г/дм<sup>3</sup>, общая жесткость 70-135 ммоль/дм<sup>3</sup>; концентрации наиболее характерных загрязнителей (мг/дм<sup>3</sup>): нефтепродукты – до 500–982; фенолы – до 13,9; железо – до 153 (степени превышения ПДК для питьевых вод до (5–98)\*10<sup>2</sup> раз). При этом уровень концентраций многих компонентов по мере удаления от полигона начинает снижаться. Это снижение на расстоянии 150 м от внешних границ полигона может достигать одного порядка, и связано оно с процессами самоочищения подземных вод за счет протекания таких процессов как сорбция, диффузия,

дисперсия, хемо- и биодеструкция и, главное, разбавления чистым инфильтрационным питанием. С каждого квадратного метра на уровень грунтовых вод вне пределов картового поля приходит инфильтрационное питание, минимальная оценка которого составляет  $1,85 \cdot 10^{-4}$  м<sup>3</sup>/сут (в виде слоя воды это 67,57 мм/год). Процессы самоочищения грунтовых вод приводят к тому, что на удалении 1,0-1,5 км от полигона в составе поверхностных и грунтовых вод уже не фиксируются изменения, которые могли бы быть вызваны деятельностью полигона [8].

Природные условия рассматриваемой территории, определяющие проявление вертикальной гидрогеохимической зональности в зоне пресных подземных вод и локализацию возможного загрязнения преимущественно в самой верхней части разреза, обуславливают возможность получения воды питьевого качества практически везде на участках проявления как латеральной, так и вертикальной нисходящей фильтрации (а такой тип вертикальной фильтрации проявлен повсеместно за исключением крупных палео- и современных речных долин), при этом для водораздельных участков наиболее оптимальным является установка фильтров водозаборных скважин на уровне водоносных горизонтов нижнеказанского водоносного комплекса (глубины 130-180 м). Подтверждением данного положения является постоянство во времени (несколько десятилетий) состава и благоприятное питьевое качество подземных вод эксплуатационных скважин в большей части населенных пунктов вокруг Нижнекамской промышленной зоны, а также высокое качество подземных вод непосредственно в её пределах. Так в пределах Шинного месторождения питьевых подземных вод, расположенного в северо-восточной части Нижнекамской промзоны, три эксплуатационные скважины функционируют с 1992 г., признаков неблагоприятного изменения качества подземных вод нижнеказанского комплекса – нет, глубины установки фильтров – 140–160 м.

#### Литература

1. Войтович Е. Д., Гатиятуллин Н. С. Тектоника Татарстана. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1998. – 140 с.
2. Всеволожский В. А. Основы гидрогеологии. – 2-е изд., перераб. и доп. – М., МГУ, 2007. – 448 с.
3. Геология Татарстана: Стратиграфия и тектоника / Под ред. Б.В. Булова. – М.: ГЕОС, 2003. – 402 с.
4. Гольдберг В. М. Взаимосвязь загрязнения подземных вод и природной среды. – Л., Гидрометеиздат, 1987. – 248 с.
5. Мусин Р. Х. Техногенные изменения в гидrolитосфере Республики Татарстан // Недропользование XXI век. – 2013. – № 5. – С. 61–66.
6. Мусин Р. Х., Калкаманова З. Г. Формирование состава подземных вод в верхней части гидrolитосферы Восточно-Закамского региона Татарстана // Нефтяное хозяйство. – 2016. – № 2. – С. 18–22.
7. Мусин Р. Х., Курлянов Н. А., Калкаманова З. Г. О буферных свойствах подземной гидросферы в районах полигонов промышленных отходов // Сергеевские чтения. Инженерная геология и геоэкология. Фундаментальные проблемы и прикладные задачи. Вып. 18. Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии (24-25 марта 2016 г.). – М.: РУДН, 2016. – С. 520–525.
8. Мусин Р. Х., Мусина Р. З. О влиянии на гидrolитосферу полигонов захоронения промышленных отходов // Недропользование XXI век. – 2014. – № 1 (45). – С. 84–87.
9. Основы гидрогеологии. Гидрогеохимия / Отв. редактор С. Л. Шварцев. – Новосибирск: Наука, 1982. – 286 с.
10. Отраслевой стандарт. Воды подземные. Классификация по химическому составу и температуре. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1986. – 12 с.
11. Шварцев С. Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. – М.: Недра, 1998. – 354 с.

#### МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДОВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД ХОДЖА-ОБИ-ГАРМ (ТАДЖИКИСТАН)

<sup>1</sup>А.Ю. Демонова, <sup>2</sup>И.В. Брагин

Научный руководитель профессор <sup>1,2</sup>Н.А. Харитоновна

<sup>1</sup>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

<sup>2</sup>Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток, Россия

Основной целью данной работы является комплексное исследование водовмещающих пород месторождения термальных вод Ходжа-Оби-Гарм (Памиро-Алайская горная система, Таджикистан). Строение месторождения в геологическом и гидрогеологическом плане сложное [4]. Впервые для данного района были проведены исследования минералогического и химического состава горных пород с применением новейшего аналитического оборудования. Проведенные исследования позволили выявить основные факторы формирования геохимического облика минеральных вод в системе вода-порода.

В настоящее время на территории Таджикистана установлено свыше 125 месторождений термальных минеральных вод различного химического состава, которые являются основой функционирования санаторно-курортного комплекса страны [3]. Месторождения представлены водоносными пористыми или трещиноватыми геологическими формациями. К таким месторождениям относится одноименный курорт Ходжа-Оби-Гарм. Курорт расположен в 48 км к северу от г. Душанбе в южных отрогах Гиссарского хребта на высоте 1740-1960 метров над уровнем моря. В административном отношении описываемый район относится к Варзобскому району. В орографическом отношении изученный район представляет собой высокогорную, сильно расчлененную область, характеризующиеся резкими колебаниями высотных отметок [1,3].

В геологическом строении принимают участие магматические породы южной части Северо-Варзобского интрузивного массива, представленные гранитами, гранодиоритами, гранит-порфирами среднего и нижнего карбона. Интрузии перекрыты чехлом аллювиально-пролювиальных, аллювиальных, пролювиальных и делювиальных

## СЕКЦИЯ 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ

четвертичных отложений. В юго-западной части района палеозойские образования перекрыты нижнемеловыми осадками (песчаниками и глинами) [1,4].

В тектоническом отношении участок термоминеральных вод относится в целом к окраине северной части Ходжа-Оби-Гармской зоны разрывного нарушения, по которому происходило перемещение блоков. Разрывное нарушение имеет почти широтное простирание и располагается вдоль основания левого склона реки Ходжа-Оби-Гарм.

На территории описываемого района в силу изменчивости литологического состава и сложности тектонических условий были выделены водоносные комплексы, где подземные воды, приурочены к породам какого-либо стратиграфического подразделения [1].

Термальные воды месторождения Ходжа-Оби-Гарм относятся к трещинно-жильным водам гранитов средне-нижнекаменноугольного возраста. Водообильность трещиноватых гранитов на площади месторождения распределяется неравномерно. Максимальные расходы трещинно-жильных вод получены скважинами, вскрывшими основной очаг разгрузки. Остальными скважинами вскрыто лишь незначительное количество термальных вод, не имеющих практического значения. Питание трещинно-жильных вод – вероятнее всего инфильтрационное, чему благоприятствует значительная раздробленность гранитов. В процессе фильтрации по разломам воды прогреваются, изменяют свой химический состав и разгружаются в рыхлые четвертичные отложения формируя месторождение [1,2,4].

В ходе полевых работ сезона 2017 г. были отобраны образцы водовмещающих пород из обнажений в пределах месторождения. Впоследствии породы были изучены как рутинными методами (минералогическое описание, а также классический химический и спектральный анализы) так и новейшими сверхчувствительными методами анализа вещества (рентгенофазовый, электронный микронзондовый химический анализы (Jeol, JXA-8100), методы ИСП-МС). Макрофотографии пород выполнялись с помощью цифровой фотокамеры Nikon, а петрографические исследования - с помощью стереоскопического микроскопа Leica-E, оснащенного цифровой фотокамерой. Определение содержания главных элементов в образцах было выполнено методом атомно-эмиссионной спектроскопии на спектрометре iCAP 7600 Duo (Thermo Scientific, США) и методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой на спектрометре Agilent 7500 с (Agilent Techn., США). Все определения минералогического и химического состава водовмещающих пород были выполнены сотрудниками лаборатории аналитической химии ДВГИ ДВО РАН.

Детальное минералогическое и петрографическое исследование образцов показало, что водовмещающие породы представлены щелочнополевошпатовыми гранитами, плагиогранитами и гранодиоритами (табл.1). Щелочнополевошпатовый гранит представлен двумя типами пород, которые отличаются как по цвету (розовато-красный – I тип и светло-розовый - II тип) так и по содержанию в них кварца (табл.1). В граните I типа кварц представлен двумя генерациями, выполняющими интерстиции между кристаллами полевых шпатов: темно-серым, водянопрозрачным и молочно-белым. В граните второго типа кварц темно-серый, водянопрозрачный.

Плагиограниты серовато-белого цвета имеют массивную текстуру и фанеритовую, крупнозернистую текстуру. Полевые шпаты размером до 5 мм, реже более, встречаются в количествах 40–45 % и преимущественно представлены плагиоклазом, образующим молочно-белые кристаллы. Кварц светло-серого цвета (до 40 мас.%) выполняет интерстиции между кристаллами полевых шпатов. Биотит встречается в виде как единичных кристаллов размером до 2 мм, и их агрегатных скоплений. Вторичные изменения характеризуются развитием частичных псевдоморфоз по биотиту и редких микропрожилков существенно кварцевого состава. Карбонатная минерализация отсутствует.

Гранодиорит серовато-белый с зеленоватым оттенком имеет массивную участками прожилковатую текстуру. Структура фанеритовая, среднезернистая. Основными минералами являются плагиоклаз, кварц и биотит (табл.1). Полевой шпат представлен преимущественно плагиоклазом, образующим молочно-белые иногда желтоватые кристаллы размером 1-2 мм. Биотит интенсивно хлоритизирован. Среди вторичной минерализации отметим развитие микропрожилков кварца, а также гидроксидов железа, развитых по кристаллам биотита. Незначительно проявлена карбонатная минерализация.

**Таблица 1**

**Минералогическая характеристика водовмещающих пород месторождения Ходжа-Оби-Гарм**

№	Порода	Минеральный состав (мас.%)					
		КПШ	Плагиоклаз	Кварц	Биотит	Карбонат	Гидрооксиды железа
1	Щелочнополевошпатовый гранит (I тип)	60-65	до 10	25-30	3-5	незначительно	-
2	Щелочнополевошпатовый гранит (II тип)	45-50	до 10	30-35	7-10	Заполняет трещинки	незначительно
3	Плагиогранит	40-45	40-45	до 40	до 10	-	-
4	Гранодиорит	до 60	до 60	20-25	до 10	незначительно	спорадически

Макрокомпонентный химический состав водовмещающих пород представлен в таблице 2. Полученные данные показывают, что исследуемые породы значительно обеднены натрием по сравнению с калием. Основным

натрийсодержащим минералом является плагиоклаз, представленный практически чистым альбитом. В целом, водовмещающие породы являются щелочными, значение  $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$  варьирует от 7,19 до 8,7 мас. %.

Таблица 2

*Химический состав водовмещающих пород месторождения Ходжа-Оби-Гарм*

№ образца	Макрокомпоненты, мас. %										
	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> общ	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O
1	66,23	0,43	14,81	2,63	0,05	0,18	3,63	2,63	5,73	0,12	0,21
2	73,01	0,29	13,51	2,45	0,02	0,67	0,88	2,46	5,76	0,09	0,07
3	68,61	0,47	14,14	3,97	0,06	1,33	2,07	2,79	4,73	0,20	0,20
4	65,42	0,54	14,65	4,36	0,06	1,47	2,86	2,94	4,79	0,15	0,08

Полученные нами данные показывают, что водовмещающие породы Ходжа-Оби-Гарма содержат многочисленные вкрапления фтор-содержащих минералов, представленных главным образом апатитом и, иногда, сфеном. Кроме того, наблюдается положительная корреляция содержания фтора с содержанием SiO<sub>2</sub> и температурой.

По микроэлементному составу породы обогащены рубидием (116-159 мкг/кг), стронцием (150-280 мкг/кг), цирконием (134-330 мкг/кг) и барием (511-1378 мкг/кг). Кроме того, выявлены повышенные содержания тория (до 92 мкг/кг) и урана (до 20 мкг/кг).

Результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод о том, что термальные воды Ходжа-Оби-Гарм по химическому составу формировались в основном в процессе растворения и выщелачивания горных пород.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ №18-05-00445.

Литература

1. Баратов Р.Б. Геология и петрография района термальных источников Ходжа-Оби-Гарм. Отчет Ходжа-Оби-Гармской геологической партии по работам 1946 г. Душанбе, 1946.
2. Брагин И. В., Челноков Г. А., Чудаев О. В., Харитонов Н. А. Особенности взаимодействия вода-порода при формировании месторождений термальных вод Сихотэ-Алиня: Материалы II Всероссийской научной конференции с международным участием "Геологическая эволюция взаимодействия воды с горными породами". - Владивосток, 2015. – С. 96–100.
3. Разыков Б.Х. Особенности размещения и экономическая оценка минеральных вод Таджикистана. - Душанбе.: Дониш, 2007. – 99 с.
4. Demonova, A., Kharitonova, N., Korzun, A., Chelnokov, G. and Bragin, I. Hydrology and geochemistry of thermal springs in the western part of Pamir-Alay mountain system (Tajikistan). 2nd International Multidisciplinary Conference on Mineral Waters, Vila de Luso, 26th – 31st March 2017, Portugal.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОСТАВА ПОДОТВАЛЬНЫХ ВОД ПРИ СКЛАДИРОВАНИИ ПОРОД ВЕРХНЕ-КРИЧАЛЬСКОЙ ЛИЦЕНЗИОННОЙ ПЛОЩАДИ (ЗАПАДНАЯ ЧУКОТКА)**

**Л.А. Догадина**

Научный руководитель с.н.с., к.г.-м.н. Т.Н. Лубкова

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова», г. Москва, Россия**

При складировании вмещающих пород на дневной поверхности в отвалах в районах сульфидных месторождений возникает опасность формирования кислотного стока. Генерация кислоты в отвалах является следствием окисления Fe-содержащих сульфидов, а также растворения Fe<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup> и Al<sup>3+</sup>-содержащих сульфатных солей и осаждения гидроксидов Fe (III) и Al (III). Нейтрализация кислоты происходит при растворении карбонатов (кальция, магния), выветривании силикатных минералов, а также в результате реакций ионного обмена со слюдами, глинами и органическим веществом. Соотношение масштаба и интенсивности данных процессов в итоге определяет потенциал генерации кислотного стока отвальными породами [2].

Для прогноза воздействия на окружающую среду отвалов горных выработок в результате активизации процессов кислотного дренажа необходимы оценки кислотообразующих свойств геологических материалов и потенциала выщелачивания из них токсичных элементов, которые будут определять состав подотвальных вод.

Целью данных исследований являлась прогнозная экспериментальная оценка состава подотвальных вод, которые могут формироваться при складировании сульфидсодержащих вмещающих пород Верхне-Кричальской лицензионной площади (Западная Чукотка, Россия). На территории объекта располагается золото-серебряное месторождение Клен и ряд перспективных на золотое оруденение участков.

Работы включали ступенчатое выщелачивание элементов водой из пород (андезиты, дациты) с последующим определением основных параметров в фильтрах (рН, электропроводность, макросостав,

**СЕКЦИЯ 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ**

минерализация, микроэлементный состав) методами потенциометрии, кондуктометрии, объемного титрования, ИСП-МС (масс-спектрометр высокого разрешения ELEMENT 2).

На предварительном этапе [1] был определен валовый химический состав образцов (мультикислотное разложение с ИСП-АЭС окончанием) и проведены геохимические тесты для определения кислотно-щелочного потенциала вмещающих пород (по [3], с модификациями). Были получены результаты комплексного анализа 20 образцов керна представительных типов вмещающих пород (аргиллизированные и пропилитизированные дациты - 10 обр., андезиты - 6 обр., их брекчии - 4 обр.). Содержание S в образцах варьирует в диапазоне от 0,6% до 4,3%, что в 10-100 раз превышает среднее содержание в земной коре. Образцы характеризуются высокими содержаниями As (1000-7000 г/т), Sb (<5-108 г/т), Mo (1-96 г/т), в 10 и более раз превышающими кларки земной коры. Выборочно превышения относительно кларка также установлены для Cu (до 2-5 раз).

**Таблица 1**

**Макросостав фильтратов, мг/л (ступени выщелачивания 1 и 5)**

Параметр	Ступень	Дациты				Андезиты			Брекчии	
		Обр. 1	Обр. 2	Обр. 3	Обр. 4	Обр. 5	Обр. 6	Обр. 7	Обр. 8	Обр. 9
рН, ед.	1	8.1	8.6	8.6	8.5	8.4	8.5	8.2	8.2	8.8
	5	7.8	7.8	7.9	7.9	7.9	8.0	7.9	7.8	7.9
σ, мкСм/см	1	309	296	213	265	248	232	259	205	260
	5	107	70	91	93	86	103	102	81	104
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1	107	102	95	130	118	104	95	84	121
	5	40	40	53	49	53	56	53	44	56
Cl <sup>-</sup>	1	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	5	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1	49.1	34.5	11.3	12.6	13.9	26.5	47.1	24.5	14.6
	5	19.3	6.6	13.7	6.6	2.9	7.9	9.8	5.3	18.8
Ca <sup>2+</sup>	1	13.6	7.6	8.4	13.6	10.6	13.0	16.8	13.6	11.4
	5	9.2	6.8	8.4	10.6	9.8	10.6	9.8	9.8	11.4
Mg <sup>2+</sup>	1	8.8	5.5	6.8	4.2	4.1	6.8	8	6.0	7.3
	5	5.4	3.2	4.1	3.7	3.7	5.5	4.2	3.7	5.9
Na <sup>+</sup>	1	35	34	23	32	25	20	19	18	25
	5	0.8	2.9	0.8	1.6	1.8	0.7	1.2	1.0	1.2
Общая минерализация	1	213	184	144	192	172	171	186	146	179
	5	74	59	80	71	71	80	78	64	93

Результаты исследований показали, что в краткосрочном периоде породы не склонны генерировать кислотный сток (рН пасты образцов и водных вытяжек варьирует в диапазоне 7,6-9,0 ед., щелочные значения рН обусловлены гидролизом натрий-содержащих силикатов). Анализ потенциала кислотообразования, выполненный с учетом принадлежности к породам определённого петрографического типа, показал, что исследуемые измененные андезиты характеризуются значительно меньшей склонностью к генерации кислоты, чем дациты (80% андезитов и только 20% дацитов классифицированы как неокисляющие) [1].

Моделирование взаимодействия «вода-порода» было проведено для 9 образцов: 4 – дациты (в том числе, 2 обр. – категории PAG, 1 – Uncertain, 1 – NonAG), 3 – андезиты (2 – Uncertain, 1 – NonAG), 2 – брекчии андезитов и дацитов (оба образца – Uncertain). Для каждого образца было проведено 5 последовательных экстракций водой: издробленная порода (размер 2 мм) заливали деионизированной водой в соотношении 1:5 и выдерживали в течение суток, периодически перемешивая. Далее экстракты были отфильтрованы через фильтр «синяя лента» (для определения макрокомпонентов) и мембранный фильтр МФАС-ОС-2 (для анализа микроэлементов с последующим подкислением порции фильтрата). Результаты определения основных параметров в фильтратах приведены в табл. 1 и табл. 2 (для ступеней выщелачивания 1 и 5).

Анализ водных вытяжек показал, что минерализация фильтратов и содержание макро- и микроэлементов достаточно быстро снижается со временем, что связано с выносом легкорастворимых солей. Значение рН остается нейтральным-слабощелочным, при этом в первых фильтратах рН может превышать норматив (6.5 ≤ рН ≤ 8.5). Практически для всех образцов есть тенденция к снижению рН, временные увеличения рН обусловлены растворением карбонатов.

Микроэлементный состав фильтратов характеризуется превышением ПДК для элементов, которые являются подвижными в околонейтральной и щелочной среде и могут выщелачиваться из пород непосредственно в первые периоды взаимодействия пород с атмосферными осадками: алюминий, мышьяк, молибден, сурьма, ванадий, вольфрам, а также цинк. Наблюдаемые сверхнормативные содержания меди связаны в первую очередь, с крайне низким значением утвержденной ПДК.

Полученные результаты свидетельствуют, что кислотный сток в начальный период складирования пород в отвалах может не наблюдаться, но в дальнейшем, поскольку значительные объемы пород (в первую очередь

дацитов) характеризуются как потенциально кислотопродуцирующие (PAG), следует ожидать формирование кислых дренажных подотвальных вод с повышенными содержаниями токсичных элементов.

Таблица 2

Микроэлементный состав фильтратов, мкг/л (степени выщелачивания 1 и 5)

Элемент (ПДК)	Степень	Дациты				Андезиты			Брекчии	
		Обр. 1	Обр. 2	Обр. 3	Обр. 4	Обр. 5	Обр. 6	Обр. 7	Обр. 8	Обр. 9
Al (40)	1	<b>69</b>	<b>418</b>	<b>182</b>	<b>449</b>	<b>465</b>	<b>186</b>	<b>239</b>	<b>392</b>	<b>449</b>
	5	<b>248</b>	<b>355</b>	<b>78</b>	<b>85</b>	<b>126</b>	<b>97</b>	<b>198</b>	<b>93</b>	<b>75</b>
As (50)	1	27	<b>733</b>	<b>354</b>	<b>255</b>	<b>307</b>	<b>253</b>	<b>126</b>	<b>112</b>	<b>781</b>
	5	19	<b>84</b>	<b>61</b>	29	<b>57</b>	35	<b>73</b>	24	<b>73</b>
Cu (1)	1	<b>5,4</b>	<b>13,7</b>	<b>1,7</b>	<b>1,2</b>	<b>5,7</b>	<b>3,8</b>	<b>7,8</b>	<b>6,5</b>	<b>3,9</b>
	5	0,8	<b>1,5</b>	0,5	0,6	<b>1,6</b>	0,4	<b>1,4</b>	0,8	0,9
Mo (1)	1	<b>41</b>	<b>51</b>	<b>30</b>	<b>79</b>	<b>58</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>90</b>	<b>50</b>
	5	<b>3,0</b>	<b>3,1</b>	<b>1,3</b>	<b>1,9</b>	<b>2,4</b>	<b>1,4</b>	<b>2,2</b>	<b>7,3</b>	<b>1,6</b>
Sb (5)	1	<b>5,5</b>	<b>24,8</b>	<b>18,0</b>	<b>25,3</b>	<b>21,9</b>	<b>20,9</b>	<b>26,9</b>	<b>17,5</b>	<b>29,6</b>
	5	3,2	<b>18,9</b>	4,6	<b>8,1</b>	<b>11,6</b>	4,8	<b>28,2</b>	4,1	<b>8,2</b>
V (1)	1	0,32	<b>3,09</b>	<b>1,09</b>	<b>2,45</b>	<b>2,39</b>	<b>1,47</b>	<b>1,53</b>	<b>4,63</b>	<b>3,04</b>
	5	0,37	0,73	<0.1	0,11	0,19	0,12	0,64	0,12	<0.1
Zn (10)	1	<1	<b>22,7</b>	5,3	<b>24,5</b>	6,2	7,8	8,9	9,2	6,6
	5	4,5	1,8	8,2	<1	<b>14,5</b>	<1	1,5	<1	<1
W (0,8)	1	<0.1	<b>1,3</b>	0,5	<b>1,6</b>	0,5	<b>1,4</b>	0,4	<b>0,9</b>	<b>2,4</b>
	5	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1

Примечание: 1) Жирным шрифтом показаны содержания, превышающие ПДК (в качестве ПДК приняты нормативы для вод рыбохозяйственного назначения, кроме Sb – для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения). 2) Содержание Be <0.1 мкг/л (ПДК=0.3 мкг/л), Cd <0.4 мкг/л (ПДК=5 мкг/л), Fe <100 мкг/л (ПДК=100 мкг/л), Ni <5 мкг/л (ПДК=10 мкг/л), Pb <4 мкг/л (ПДК=6 мкг/л).

#### Литература

1. Догадина Л.А. Оценка потенциала развития кислотного дренажа для сульфидсодержащих пород Верхне-Кричальской площади (Западная Чукотка, Россия) // Материалы Межд. молодежн. научной конф. "Экологические проблемы недропользования (школа Экогеология-2017)". СПб ГУ СПб, 2017. С. 96–97.
2. MEND Report 1.20.1. Prediction Manual for Drainage Chemistry from Sulphidic Geologic Materials. 2009. ([http://www.fs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/stelprdb5336546.pdf](http://www.fs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb5336546.pdf))
3. Sobek A.A., Schuller W.A., Freeman J.R., Smith R. M. Field and laboratory methods applicable to overborders and minesoils. EPA Report, No EPA-600/2-054, 1978, 218 pp.

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД РАЙОНА ТОРЕЙСКИХ ОЗЁР (ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ, РОССИЯ)

В.В. Дребот

Научный руководитель профессор С.Л. Шварцев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Особое внимание исследователей по всему миру привлекает изучение широко распространённых в недрах земли содовых вод. Их генезису посвящено множество работ, однако, споры вокруг вопроса формирования этих уникальных природных образований продолжают существовать и сейчас [3,4].

Район исследований приурочен к территории водосборных бассейнов бессточных озёр Зун- и Барун-Торей, крупнейших поверхностных водных объектов Государственного природного биосферного заповедника «Даурский», расположенного на территории Ононского и Борзинского районов Забайкальского края, и является частью единственного в Азии международного российско-монгольского-китайского заповедника «Даурия» (рис. 1).

Южная граница участка совпадает с государственной границей Россия-Монголия. Торейские озёра, а также территория «Даурского» заповедника, окруженная охранной зоной, являются водно-болотными угодьями мирового значения и играют важнейшую роль в сохранении популяций многих редких видов животных и птиц. Так, в июле 2017 года по итогам 41 сессии Комитета Всемирного наследия ЮНЕСКО в Кракове российско-монгольская территория «Ландшафты Даурии» получила высокий статус объекта Всемирного наследия ЮНЕСКО.

## СЕКЦИЯ 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ

В работе использованы данные гидрогеохимического опробования подземных вод из бытовых колодцев, скважин и родников, осуществленного в июле 2017 года. Общее количество образцов составляет 14.

Химический анализ проводился в аттестованной лаборатории геоэкологии и гидрогеохимии Института природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, а также в аккредитованной Проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии Научно-образовательного центра «Вода» (НИ ТПУ).

Измерения Eh и pH природных растворов производили в поле аниономерами типа CG 837 (Schott) и Анион 7000 (Инфраспак-Аналит), комбинированными электродами Platin Elektrod Blu Line 31 RX и ЭСК 10061.

Изучение химического состава выполнено с использованием различных методов анализа: потенциметрическим методом ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  и  $\text{F}^-$ ), атомной эмиссией ( $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$ ), пламенной абсорбцией ( $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ ), коллометрическим методом (Si, P), фотометрией ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ),  $\text{SO}_4^{2-}$  определён в виде  $\text{BaSO}_4$  в кислой среде с помощью гликолевого реагента. Концентрации микрокомпонентов определены с помощью метода ICP-MS.



Рис. 1 Обзорная карта района исследований с расположением точек опробования (обозначены голубым цветом)

Результаты изучения химического состава подземных вод представлены в таблице 1. Воды, согласно классификации С.Л. Шварцева [2], являются собственно пресными (0,5 – 1 г/л) и слабосоленатыми (1 – 3 мг/л), за исключением пробы МО-12, где величина минерализации достигает 3,35 г/л, что соответствует умеренно соленатым. Среда является слабощелочной или щелочной. В целом значения pH увеличиваются с ростом величины минерализации (рис. 2). По общей жесткости воды являются преимущественно умеренно-жесткими (3-6 мг-экв/л), однако, локально встречаются и жесткие (6 – 9 мг-экв/л), а также очень жесткие (более 9 мг-экв/л). В целом минерализация вод точек опробования с общей жесткостью более 7 мг-экв/л как правило выше 1 г/л.

Среди катионов преобладающими является Na, реже Mg, а среди анионов –  $\text{HCO}_3^-$ . И только в водах с наибольшей солёностью (3,35 г/л) сульфат-ион становится доминирующим ( $\text{SO}_4\text{-HCO}_3\text{-Cl-Na}$  тип вод). Это типичные содовые воды, характерные для степных ландшафтов.

Подводя итог, стоит отметить, что средние концентрации большинства химических компонентов, рассчитанные как среднее арифметическое, ниже средних значений для подземных вод провинции континентального засоления, согласно данным С. Л. Шварцева [1]. Более высокие концентрации относительно средних обнаруживают лишь для  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ , а также для ряда микрокомпонентов, таких как As, Zr, Cs, Cd и радиоактивного элемента – урана.

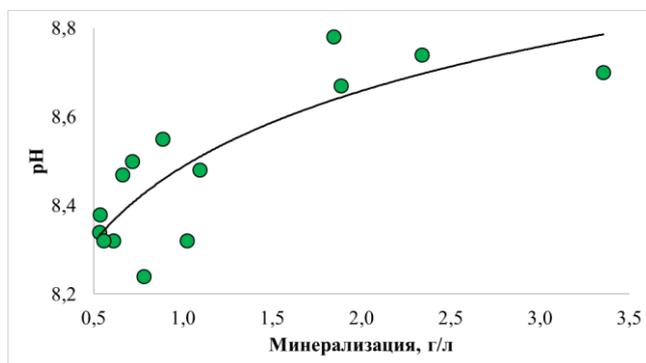


Рис. 2 Связь значений pH с общей минерализацией исследуемых подземных вод

Химический состав подземных вод района Торейских озёр

Компонент	Единицы измерения	Концентрация			Средние для подземных вод зоны гипергенеза провинции континентального засоления [1]
		Минимальная	Максимальная	Средняя	
pH	Ед. pH	8,24	8,78	8,49	7,5
Eh	мВ	-130	133	-24	-
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	мг/л	317	836	505	349
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>		6,00	36,0	17,0	-
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		20,6	1126	223	304
Cl <sup>-</sup>		10,1	445	111	258
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>		0,01	0,11	0,03	0,53
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		0,65	110	26,7	5,78
F <sup>-</sup>		1,09	4,77	2,67	1,47
Ca <sup>2+</sup>		4,55	104	38,7	86,4
Mg <sup>2+</sup>		4,64	119	46,1	46,2
Na <sup>+</sup>		67,4	807	234	260
K <sup>+</sup>		1,50	50,4	9,16	18,4
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		0,05	1,15	0,22	0,85
SiO <sub>2</sub>		9,14	32,5	18,6	31,3
P		0,01	0,15	0,06	0,06
Fe <sub>общ</sub>		0,03	8,70	0,05	0,71
Минерализация		г/л	0,53	3,35	1,20
Общая жесткость	мг-экв/л	0,61	11,7	5,77	-
As	мкг/л	0,23	26,1	5,96	1,93
U		0,43	155	21,3	4,32
Zr		0,02	99,5	8,08	1,37
Cs		0,001	86,7	14,2	0,06
Cd		0,23	0,40	1,12	0,04

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РНФ № 17-17-01158 и проекта РФФИ № 18-05-00104 А.

#### Литература

1. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза: 2-е изд., испр. и доп. – М.: Недра, 1998. – 366 с.
2. Шварцев С.Л. Общая гидрогеология: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1996. – 423 с.
3. Шварцев С.Л. Содовые воды как зеркало противоречий в современной гидрогеохимии / С. Л. Шварцев // Фундаментальные проблемы современной гидрогеохимии. — Томск: Изд-во НТЛ, 2004. — С. 70–75.
4. Kimura K. Mechanism of the forming of ground water with high content of sodium bicarbonate onto the plains part of the formation Kobe (Japan) // J. Ground Water Hydr. 1992. V. 32. No. 1. P. 5–16.

### ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОД УНИВЕРСИТЕТСКИХ РОДНИКОВ (Г. ТОМСК)

А.В. Еремина

Научный руководитель доцент А.Д. Назаров

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Среди водных ресурсов подземные воды занимают ведущую позицию при использовании их в различных целях водопользования. Изучение химического состава родников имеет большое значение. С одной стороны, это отражает качество подземных вод территории Томска в целом. С другой стороны, может влиять на качество поверхностных вод. Так, в городе Томске родники Университетские расположены в районе первой надпойменной террасы реки Томи, в области ее питания. А это значит, что состав вод родников влияет на качество вод реки Томи.

Первым термин «Университетские родники» предложил в 1885 Э.А. Леман, один из первых профессоров Императорского Томского университета так описал устройство водохозяйственной системы: «Ключи университетские, лежащие у подножия откоса университетского парка, перехвачены и обустроены деревянными резервуарами с двойной крышей и люками наверху...». Ключи рассматриваются как источник альтернативного водоснабжения жителей Томска и его окрестностей, а также в некоторых случаях люди используют воду в питьевых целях. Следовательно, значимость исследования состава родников повышается. На территории г. Томска имеются множественные выходы подземных вод в виде родников, количество их превышает 1000 [1]. Воды родников г. Томска активно используются населением в

## СЕКЦИЯ 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ

хозяйственных и питьевых целях. Однако оценка качества этих вод производится только по органолептическим свойствам (вкус, запах, цветность, взвешенные вещества), без уточнения особенностей ее химического состава.

В 1992 году А.Д. Назаровым было проведено комплексное изучение природных вод города Томска и его окрестностей по изучению химического и микробиологического состава. [1,2]. В своих работах он дает ландшафтно-родниковое районирование г.Томска и предлагает проекты обустройства родников.

Исходя из гигиенических требований, предъявляемых к качеству питьевых вод, устанавливаемых санитарными правилами и нормами, они должны иметь благоприятные органолептические свойства, безвредный химический состав и быть безопасными в эпидемиологическом отношении. Такое состояние воды, за исключением эпидемиологических норм, определяется ее химическим составом. К группе Университетских родников относятся: Вузовский Университетский, Ренкуль, Сергиевский, Крыловский, родник Святой Анны, Дионисия, Алексия, Политех, Озеро Университетское, Дрена озера.

По среднему содержанию ионов в воде Университетских родников была построена диаграмма, где содержание компонентов выражено в миллиграмм-эквивалент-процентах (рис. 1).

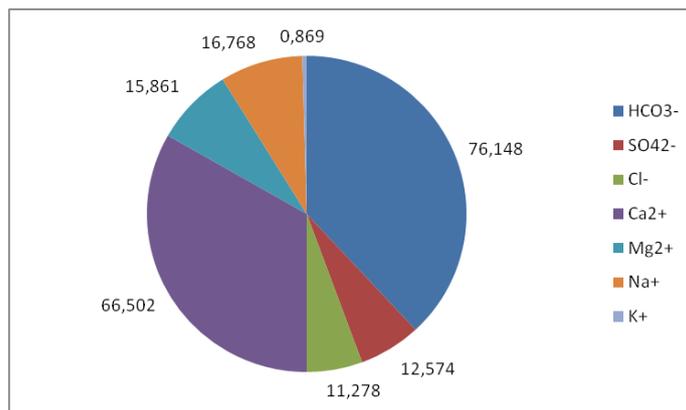


Рис. 1 Содержание компонентов в водах родников, выражено в %-экв

Таблица

Химический состав вод родников 2015-2016 гг.

Показатели	Единицы измерения	Университетский		Родник Свя. Анны		Родник Дионисия		НПБЗК	ПДК [3]	Кларк [4]
		2015	2016	2015	2016	2015	2016			
pH	ед	7,2	7,23	7,5	7,35	6,9	7,16		6,5-9	
CO <sub>2</sub> <sup>св</sup>	мг/л	35,2	44	17,6	31,68	30,8	48,4			
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	мг/л	3	3	3	3	3	3			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	мг/л	439	415	457	439,2	400	409			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	мг/л	59	57,31	49,5	58,58	51,8	63,06		500	
Cl <sup>-</sup>	мг/л	37,6	46,2	31,1	30,2	19,4	28,4	100	350	5,5
Общ. Жест.	мг - экв/л	8,65	8,8	8,55	8,2	7,62	8,2		7	
Ca <sup>2+</sup>	мг/л	144	146	136	132	120	126	27,5		12
Mg <sup>2+</sup>	мг/л	17,7	18,3	21,3	19,52	19,8	23,2	7,5		2,9
Na <sup>+</sup>	мг/л	40,4	39,2	31,2	32,8	25,6	31,8	112,5	200	5
K <sup>+</sup>	мг/л	2,1	1,84	2,3	2,09	7,8	5,9	75		2
Fe <sup>общ</sup>	мг/л	0,09	0,059	0,15	0,08	0,32	0,195	0,375	1	0,04
Мин-ия	мг/л	739,8	724,3	728,4	714,4	644,4	687,4			
NH <sub>4</sub>	мг/л	0,05	0,46	0,12	0,41	<0,05	0,67		2,5	
NO <sub>2</sub>	мг/л	0,02	0,23	0,028	0,08	0,024	0,19		3,3	
NO <sub>3</sub>	мг/л	31,3	29,82	13,1	10,72	25	23,52		45	
PO <sub>4</sub>	мг/л	0,31	0,31	0,11	0,11	0,077	0,077		3,5	
Si	мг/л	35,2	35,2	17,6	17,6	30,8	30,8	0,25	10	6
F	мг/л	0,07	0,07	0,08	0,08	0,05	0,05	0,05	1,5	0,1
Br	мг/л	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,188	10	0,02
Zn	мг/л	0,0066	0,0066	0,0088	0,0088	0,004	0,004	0,325	1	0,02

Был построен график зависимости содержания кальция от минерализации, а также график зависимости гидрокарбонат-иона от минерализации. На этих двух графиках наглядно видно, что вода является гидрокарбонатно-кальциевой (рисунок 2, 3).

Динамику изменения химического состава вод родников Университетского, Святой Анны и Дионисия

можно проследить по данным таблицы 1, анализ выполнен НОЦ Вода.

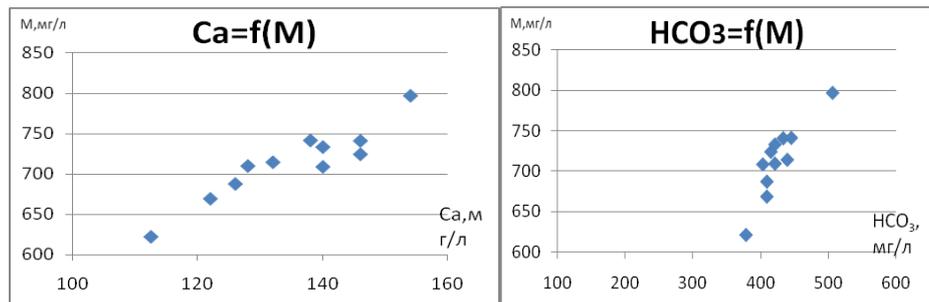


Рис. 2, 3 Зависимость содержания Ca и HCO<sub>3</sub> от минерализации

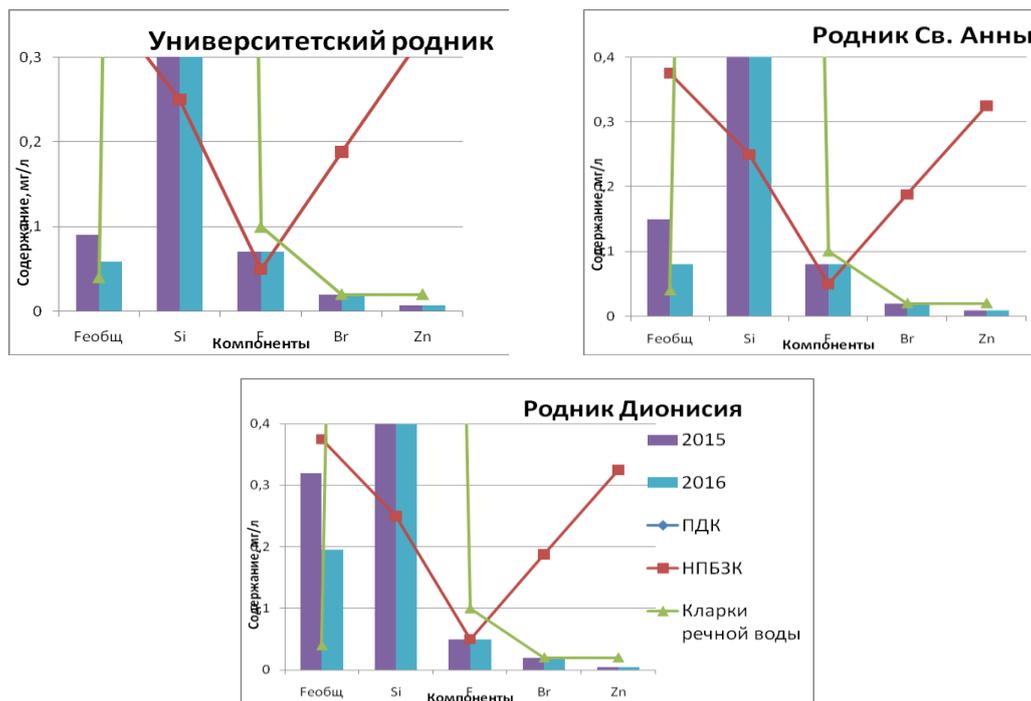


Рис. 4, 5, 6. Динамика изменения содержания микрокомпонентов

Исходя из рисунков 4, 5, 6, можно сделать вывод, что по микрокомпонентам, превышает ПДК только содержание кремния. В идеальном соотношении интервала от НПБЗК до ПДК находится только фтор, остальные компоненты находятся в пределах ниже НПБЗК. Содержание железа больше кларкового содержания, за 2015-2016 гг. повысилось. Содержание брома соответствует Кларку. Содержание цинка в воде родников меньше кларка элемента.

Исследование химического состава вод родников показало, что в период с 2015 по 2016 года увеличилось содержание нитрата азота в родниках, это означает, что свежее соединение поступает в воду, хозяйственные сточные воды попадают в ключи. Содержание нитрата уменьшается, значит уменьшилось количество долговременно поступающего органического вещества.

#### Литература

1. Вертман Е.Г., Назаров А.Д. Отчет «Изучение гидродинамического и гидрогеохимического режима родников г. Томска». Томск: Фонды ТПУ, 2004. -201с.
2. Назаров А. Д. Родники г. Томска - распространение, состав, возможности использования и аквапаркового обустройства (краткие сведения по исторической части города) / А. Д. Назаров // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ]. — 2002. — Т. 305, вып. 8: Геология и разработка нефтяных и газовых месторождений. — [С. 236–256].
3. СанПиН 2.1.4.1175-02. Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников
4. Соловов А. П., Архипов А. Я., Бугров В. А. и др.: «Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых». М.: Недра, 1990, с.9–10

**ВЛИЯНИЕ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ГОРОДА ТАЛДЫКОРГАН НА КАЧЕСТВО ВОДЫ В РЕКЕ КАРАТАЛ**

**В.С. Жаворонко**

Научный руководитель профессор Савичев О.Г.

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Загрязнение рек является важной проблемой, для решения которой необходима достоверная информация о химическом составе и качестве речных вод в местах сброса сточных вод. С учетом этого нами в 2017 г. было проведено изучение химического состава вод реки Каратал в республике Казахстан и сточных вод предприятия ГКП «Жетысу Водоканал» поступающих в эту реку. Целью исследования является определение гидрохимических параметров, необходимых для определения предельно допустимого сброса загрязняющих веществ в реку

Каратал. Река Каратал является одним из главных объектов рекреации и рыболовства для города Талдыкорган. Каратал - вторая по величине и водности река в Семиречье, площадь водосбора равна 19100 км<sup>2</sup>, длина 390 км [3]. Берет начало на северо-западных склонах центрального хребта Джунгарский Алатау и образуется в результате слияние рек Кара и Чиже. Главным притоком является река Коксу площадь водосбора вона 4670 км<sup>2</sup>, а длина 250 км. Река Каратал впадает в озеро Балхаш. Методика исследования включала в себя отбор проб речных вод 10.08. 2017 г. из интервала 02-0.5 м от поверхности в 3 м от берега в 0,5 км выше и 0,5 км ниже по течению от поступления сточных вод сбрасываемым предприятием «Жетысу Водоканал». Пробы воды доставлены в гидрогеохимическую лабораторию Томского политехнического университета, где в них были определены величина рН потенциометрическим методом, удельная электропроводность - кондуктометрическим, перманганатная окисляемость и содержания CO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> - титриметрическим методом. Концентрация (Na<sup>+</sup> +K<sup>+</sup>) определена расчетным способом (Таблица 1).

Очистные сооружения канализации г. Талдыкорган расположены в северо- западной части города неподалеку от реки Каратал (Рис 1). Запущены в 1977 году [1]. Проектная производительность сооружений- 36000 м<sup>3</sup>/сутки. Фактическая производительность - 18000- 24000 м<sup>3</sup>/сутки.

*Таблица*

*Химический состав воды в реке Каратал*

№ пробы привязка	УЭП	рН	CO <sub>2</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	О.Ж.	Mg	П.О.	K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup>
Единицы измерения	мкS/с м	ед. рН	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг-э/л	мг/л	мгO <sub>2</sub> / л	Мг/л
Метод анализа	К	Пт	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Р
1   0,5 км выше сброса	138,2	6,6	38,2	59,8	1,33	23,0	1,4	3.05	0,48	36,08
2   0,5 км ниже сброса	196,7	7,9	<10 (2,6)	73,2	4,45	30,0	1,85	4.3	0,72	44,35

Примечания: К – кондуктометрический; Пт – потенциометрический; Т – титриметрический; Р – расчетный; О.Ж. – общая жесткость; П.О. – перманганатная окисляемость; УЭП – удельная электропроводность.



Масштаб: 1:25000

*Рис. 1 Схематическая карта. 1- место отбора проб в 0,5км выше по течению от сброса сточных вод, 2- сброс очищенных сточных вод г.Талдыкорган, 3- место отбора проб в 0,5км ниже по течению от сброса сточных вод [4].*

Определили класс, тип и группу воды, ниже по течению от сброса сточных вод и выше, по классификации Алекина. Данная классификация воды идентична в обоих местах отбора проб.

Класс- гидрокарбонатный и карбонатный.

Группа- кальциевая.

Тип- I.

По минерализации вода слабominерализованная, по величине кислотности до сброса сточных вод - кислая, после - щелочная.

Рассчитали формулу Курлова в обоих случаях.

1) До сброса сточных вод:

$M\ 0.12 \frac{HCO_3\ 94}{Na\ 53\ Ca\ 25}$ ; вода гидрокарбонатная кальциево-натриевая, пресная.

2) После сброса сточных вод:

$M\ 0.16 \frac{HCO_3\ 89}{Na\ 51\ Ca\ 40}$ ; вода гидрокарбонатная кальциево-натриевая, пресная.

В результате сброса сточных вод уменьшается доля гидрокарбонат-иона, за счет значительного увеличения хлорид-иона.

В соответствии с ГОСТ 17.1.2.04-77 по перманганатной окисляемости вода в обоих местах отбора проб чистая и имеет ксеносапробность [2].

Таким образом, воды в реке Каратал, по классификации Алекина, характеризуются как: по классу – гидрокарбонатная и карбонатная, по группе – кальциевая, по типу– I. Воды первого типа образуются при значительном участии изверженных пород, содержащих большое количество Na и K – в результате чего в воде появляются ионы Na и HCO<sub>3</sub>.

По классификации Курлова воды в реке Каратал в обоих случаях характеризуется как: гидрокарбонатная кальциево-натриевая, пресная. Исходя из данных полученных в лаборатории ТПУ можно сказать, что концентрация химических веществ в реке, до и после сброса сточных вод г. Талдыкорган, изменяется, а именно изменяется концентрация гидрокарбонат-иона, хлорид-иона, сульфат-иона, ионы натрия и калия, содержания кальция и магния и водородный показатель. Тем самым можно предположить, что сточные воды г. Талдыкорган очищены не качественно. Для дальнейших исследований были отобраны пробы непосредственно из биологических прудов и направлены в лабораторию для дальнейших исследований.

#### Литература

1. ГККП «Жетысу Водоканал» // vodokanal.tld URL: <http://www.vodokanal.tld.kz/site/index.php> (дата обращения: 02.09.2017).
2. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР "Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов" от 1978.07.01 Собрание законодательства Российской Федерации.
3. Семенов В.А., Курдин Р.Д. Ресурсы поверхностных вод СССР. - Ленинград: Гидрометеорологическое издательство, 1970.
4. Яндекс.Карты // yandex.ru URL: <https://yandex.ru/maps> (дата обращения: 02.09.2017).

### ДЕТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД НЕФТЕПРОДУКТАМИ НА ГИДРОПОСТАХ КОВДОРСКОГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА

**Е.А. Заборовская**

Научный руководитель кандидат географических наук Д.А. Белозеров  
*Воронежский Государственный Университет, г. Воронеж, Россия*

Одной из самых важных проблем в мире является загрязнение водных ресурсов планеты. Так как с развитием промышленности происходит и увеличение техногенной нагрузки на водосборные территории, что ведет к загрязнению поверхностных и подземных вод и делает их не пригодными для питья. В связи с этим, контроль и выполнение природоохранных мероприятий крайне необходим [1].

Объектом моего исследования являются поверхностные и подземные воды в районе деятельности Ковдорского ГОКа.

Предметом исследования является содержание нефтепродуктов в районе воздействия Ковдорского ГОКа.

Цель: детальный анализ загрязнения природных вод нефтепродуктами на гидропостах Ковдорского горно-обогатительного комбината.

Ковдорский горно-обогатительный комбинат - это крупное горнодобывающее предприятие в Мурманской области, которое введено в эксплуатацию в 1962 году.

Главной рекой района является река Ёна, которая используется для водоснабжения населенных пунктов. Ее притоки: правый – река Можель, левый – река Ковдора. Данные реки испытывают максимальную нагрузку от деятельности предприятия, поэтому на них осуществляется мониторинг состояния вод на оборудованных гидропостах в количестве 26 штук. В процессе работы изучаемые воды были классифицированы по характеру техногенной нагрузки [2]:

поверхностные природные воды (2 гидропоста);

дренажные воды (3 гидропоста);

поверхностные природно-техногенные воды (13 гидропостов);

поверхностные техногенные воды (8 гидропостов).

## СЕКЦИЯ 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ

Оценка состояния качества поверхностных и подземных вод производилась на основе сравнения усреднённых данных ежемесячного контроля за 2015 и 2016 года с 26 гидропостов с ПДК, установленных для рыбохозяйственных водоемов [3]. В пробах воды оценивалось содержание нефтепродуктов.

Среди постов, контролирующих поверхностные техногенные воды, зафиксирована максимальная концентрация нефтепродуктов на месте проходческого водоотлива карьера хвостов 1 поля, гидропост 25 расположен в устье трубопровода на сбросе с насосной станции через дамбу № 1, по которому построена гистограмма по месяцам за 2015 и 2016 года (рис. 1).

Из гистограммы следует, что с января превышения достигают 4 ПДК, затем наблюдается скачок в апреле 2015 года, что связано с утечкой нефтепродуктов. Далее, со временем, путем вымывания и движения водных масс, значения снижаются вплоть до 1,1 ПДК в августе 2015 года, а в 2016 ниже значения ПДК. Затем снова значения идут на повышения, наблюдается скачок в октябре 2016 года, где зафиксировано превышение до 8,3 ПДК, что также связано с утечками нефтепродуктов в 1 поле хвостохранилища.

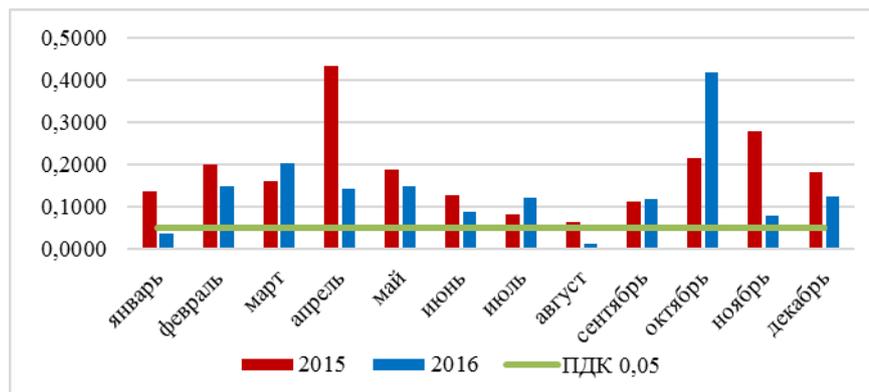


Рис. 1 Содержание нефтепродуктов (мг/л) на гидропосту № 25 на 2015 и 2016 года

В конце года наблюдается спад до 1,5-2,5 ПДК. Высокие концентрации нефтепродуктов в 1 поле хвостохранилища обусловлены тем, что здесь используется топливная техника и происходят сбросы неочищенных производственных вод с теплоэлектростанции (ТЭС), склад горюче-смазочных материалов (ГСМ), комбината.

По гидропосту № 24, контролирующего дренажные воды карьерного водоотлива также была построена гистограмма концентраций нефтепродуктов по месяцам (рис. 2).

В карьере весь год работает топливная техника, и воды всегда подвержены загрязнению нефтепродуктами, в некоторых случаях в разы превышая предельно допустимые концентрации. В среднем значения 2015 года находятся в районе ПДК, но в феврале отмечено увеличение концентраций до 3 ПДК, и в декабре до 7 ПДК, что связано с техникой и крупными утечками топлива, что было вскоре ликвидировано, так как показания с января по март 2016 года достаточно низкие. Затем началась реализация проекта увеличения мощности, и началось добавление транспортных средств в карьере, в следствие чего, увеличилось загрязнение начиная с апреля превышения варьируют от 2 до 5,3 ПДК.

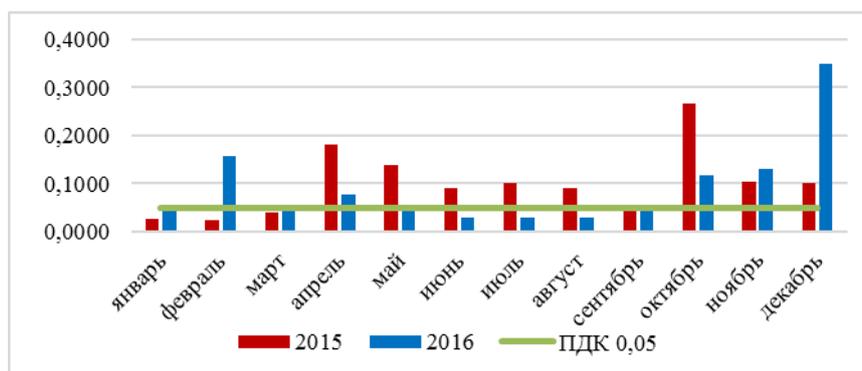


Рис. 2 Содержание нефтепродуктов (мг/л) на гидропосту № 24 на 2015 и 2016 года

Третьим постом, который был выделен среди тех, где отмечены максимальные концентрации, является гидропост № 20, контролирующий дренажные воды на месте сброса вод восточного куста водопонижения карьера в отстойник, по которому была построена гистограмма концентраций нефтепродуктов по месяцам (рис. 3).

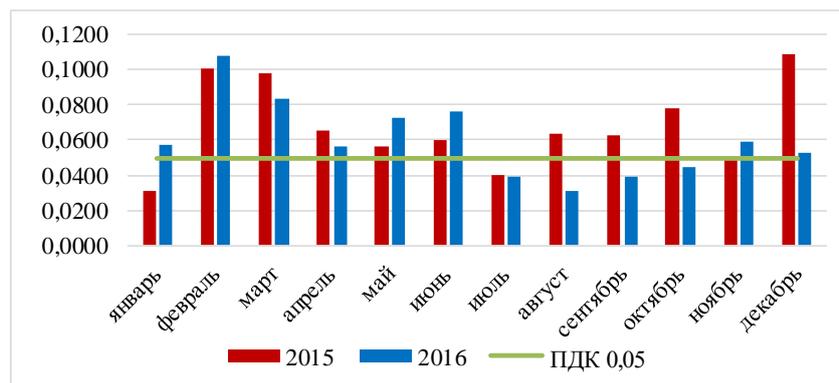


Рис. 3 Содержание нефтепродуктов (мг/л) на гидропосту № 20 на 2015 и 2016 года

Максимальная концентрация нефтепродуктов отмечена в декабре 2015 года, но в 2016 году значение было снижено до уровня ПДК. Минимальные содержания фиксируются в июле, которые не достигают значения ПДК. В целом, в течении 2015 года наблюдается повышенные содержания в феврале и марте, затем постепенно снижаются в середине лета снова идут на повышение до конца года. В 2016 году высокие значения отмечены с февраля по июнь, потом содержание уменьшается и не превышает ПДК до конца года. Превышения связаны с тем, что подземные воды находятся под влиянием отстойника промлощадки комбината и близлежащих автодорог, и вследствие фильтрации вод происходит загрязнение.

Таким образом, среди источников выделены ГСМ, ТЭЦ, автодороги и спецтехника. Их воздействие отмечено в реках Ковдора, Можель и озере Ковдора. Природоохранное мероприятие заключается в установлении нефтеловушек и ограничении рыбохозяйственной деятельности. Данный компонент в организме человека поражает центральную нервную систему и вызывает кожные заболевания.

#### Литература

1. Белозеров, Денис Александрович. Проблема загрязнения подземных вод города Воронежа СПАВ / Д.А. Белозеров // Материалы научной сессии Воронежского государственного университета. Секция экологической геологии. — Воронеж, 2015. — Вып. 6. - С. 5–8 — 0,3 п.л.
2. Заборовская, Е.А. Влияние деятельности Ковдорского ГОКа на содержание анионов и нефтепродуктов в приповерхностной части гидросферы за 2014 год / Е.А. Заборовская // Материалы Пятого молодежного инновационного проекта "Школа экологических перспектив" — Воронеж, 2017. — С. 63–68. — 0,5 п.л.
3. Приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 N 552 "Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения" (Зарегистрировано в Минюсте России 13.01.2017 N 45203).

### ВЛИЯНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОВДОРСКОГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА НА СОДЕРЖАНИЕ НИТРИТОВ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ В ПЕРИОД 2014-2016 ГОДОВ.

Е.А. Заборовская

Научный руководитель кандидат географических наук Д.А. Белозеров  
Воронежский Государственный Университет, г. Воронеж, Россия

В настоящее время загрязнение водных ресурсов является острой проблемой как в России, так и во всем мире. Одним из проявлений антропогенного воздействия является изменение качества и состава природных вод, особенно это можно проследить в местах деятельности горнодобывающих предприятий [1].

Объектом моего исследования являются поверхностные и подземные воды в районе деятельности Ковдорского ГОКа.

Предметом исследования является содержание нитритов в районе воздействия Ковдорского ГОКа.

Цель: оценить влияние деятельности Ковдорского горно-обогатительного комбината на содержание нитритов в природных водах в период 2014-2016 годов.

Ковдорский горно-обогатительный комбинат является действующим комплексным предприятием по добыче и обогащению железных и апатит-бадделейтовых руд Ковдорского месторождения.

Главной рекой района является река Ёна, которая используется для водоснабжения населенных пунктов. Ее притоки: правый – река Можель, левый – река Ковдора. Данные реки испытывают максимальную нагрузку от деятельности предприятия, поэтому на них осуществляется мониторинг состояния вод на оборудованных гидропостах в количестве 26 штук. В процессе работы изучаемые воды были классифицированы по характеру техногенной нагрузки [2, 3]:

- поверхностные природные воды (2 гидропоста);
- дренажные воды (3 гидропоста);
- поверхностные природно-техногенные воды (13 гидропостов);

## СЕКЦИЯ 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ

поверхностные техногенные воды (8 гидропостов).

Оценка состояния качества поверхностных и подземных вод производилась на основе сравнения усреднённых данных ежемесячного контроля за 2015 и 2016 года с 26 гидропостов с ПДК, установленных для рыбохозяйственных водоемов [4]. В пробах воды оценивалось содержание нитритов.

Для оценки вод по результатам химического анализа была построена гистограмма изменений среднегодовых концентраций нитритов за 2015-2016 года на гидропостах (рис. 1).

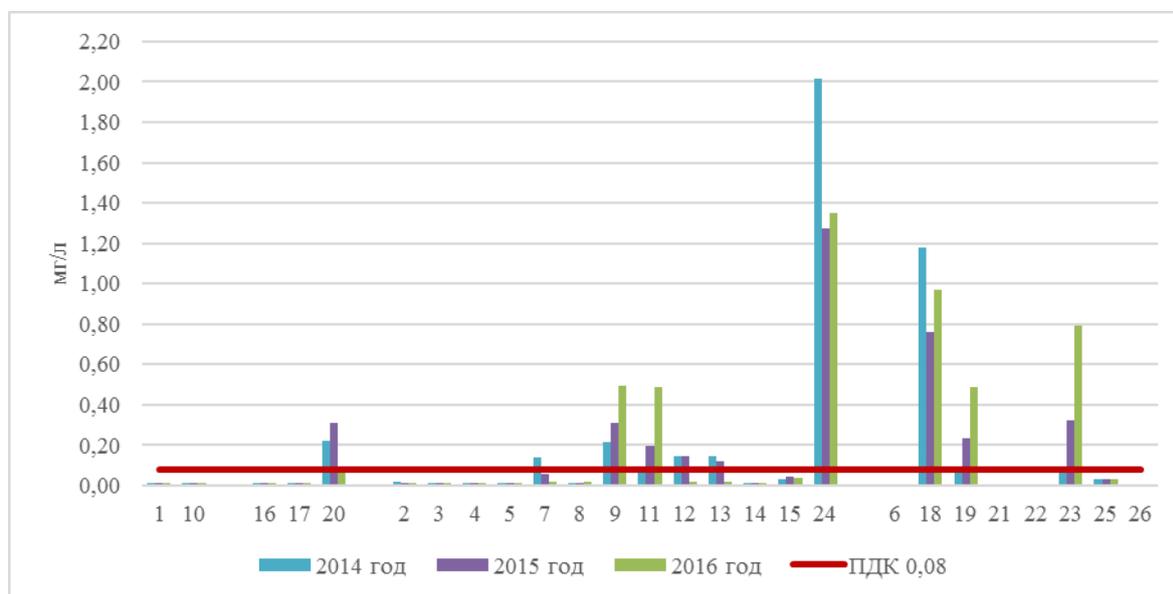


Рис. 1 – Среднегодовое содержание нитритов на гидропостах за 2014, 2015 и 2016 года

В пробах поверхностных природных вод (гидропосты № 1 и № 10) содержание нитритов в среднем за год не превышает ПДК (0,08 мг/л) и средние значения во всех годах составляют 0,01 мг/л.

В дренажных водах в 2014 году выявлено значение нитритов 0,22 мг/л (2,7 ПДК), затем в 2015 было зафиксировано максимальное превышение до 0,31 мг/л (3,9 ПДК на месте, где сбрасываются воды восточного куста водопонижения карьера в отстойник (гидропост № 20). Данное превышение связано с увеличением концентрации аммония в результате буровзрывной деятельности в карьере и фильтрации загрязненных вод из отстойника в подземные воды северо-восточной части карьера, но в 2016 году значения были снижены до значения ПДК за счет появления экранирующей поверхности, которая задерживает нитриты на себе. Остальные значения соответствуют норме

Поверхностные природно-техногенные воды характеризуются промежуточным положением уровня загрязнения со средними превышениями ПДК. Минимальные значения наблюдаются на гидропостах № 2, № 3, № 4, № 5, № 8 и № 14 и соответствуют 0,01 мг/л; средние максимальные значения отмечены на: гидропосту № 9 (6,3 ПДК) и объясняется тем, что здесь фиксируются воздействия источников вторичного загрязнения – донных отложений и с каждым годом оно только увеличивается; на гидропосту № 11 (6 ПДК) превышение связано с водами, сбрасываемыми из вторичного отстойника в реку Можель; а превышение на гидропосту № 24 (17,3 ПДК) обусловлено интенсивностью взрывных работ и объемов добычи в карьере. Взрывные работы проводятся с использованием эмультов, в составе которого есть нитрит аммония, который при взрыве высвобождается и оседает на бортах карьера и затем попадает в воды.

Максимальные концентрации нитритов отмечаются в поверхностных техногенных водах, где средние значения достигают 2,02 мг/л (25 ПДК) в 2014 году на месте сброса вод из отстойника в озеро Ковдоро (гидропост № 18). На такое повышение оказывают воздействие процессы, происходящие в отстойнике. Также отмечены превышения в 10 ПДК на месте входа во вторичный отстойник на востоке территории (гидропост № 23) и с 2014 года тенденция показывает, что будет только увеличение значения, если не будут приняты природоохранные меры. В устье трубопровода на сбросе вод из вторичного отстойника в реку Можель фиксируется концентрация 0,49 мг/л (6 ПДК) в 2016 году, и снова отслеживается тенденция на увеличение с 2014 года.

**Воздействие нитритов.** При добыче руды открытым способом необходимо рыхление горных пород буровзрывным способом. Взрывы происходят в карьере еженедельно. В качестве взрывчатых веществ используются эмультивы, которые представляют собой смесь перенасыщенного водного раствора нитрата аммония с добавкой нитрата натрия и кальция. Высвобожденные аммоний и нитриты окисляются до нитратов, затем попадают в карьерные воды и далее по цепочке сбрасываются в реки.

Азот является основным питательным элементом для растений. Но его избыточное содержание ведет не только к накоплению в растениях, но и загрязнению окружающей среды.

Высокое содержание нитритов и нитратов вызывает у животных, рыб и людей метгемоглобинемию (так как нитриты вступают в реакцию с кровью в результате которой образовывается вещество под названием

метгемоглобин, это вещество не может переносить кислород, в итоге – кислородное голодание), усиленное сердцебиение, сонливость, повышенная усталость, отрицательно влияют на нервную и сердечно-сосудистую системы, а также на развитие эмбрионов. Наиболее чувствительные к данным компонентам дети первого года жизни. При длительном воздействии данных компонентов на организм человека возможны злокачественные опухоли в желудке [5].

Основные источники – это карьер, хвостохранилище и отстойники; а самое максимальное превышение (25 ПДК) зафиксировано в поверхностных природно-техногенных водах в карьере. Воздействие которых фиксируется в реке Ковдора и Можель. Мероприятия заключаются в установке фильтров, улавливающие сульфаты, на сбросе вод. Среди воздействий на человек следует отметить о кожных заболеваниях и нарушении слуха [5].

#### Литература

1. Белозеров, Денис Александрович. Проблема загрязнения подземных вод города Воронежа СПАВ / Д.А. Белозеров // Материалы научной сессии Воронежского государственного университета. Секция экологической геологии. — Воронеж, 2015. — Вып. 6. - С. 5-8 — 0,3 п.л.
2. Заборовская, Е.А. Влияние деятельности Ковдорского ГОКа на содержание анионов и нефтепродуктов в приповерхностной части гидросферы за 2014 год / Е.А. Заборовская // Материалы Пятого молодежного инновационного проекта "Школа экологических перспектив" — Воронеж, 2017. — С. 63–68. — 0,5 п.л.
3. Заборовская, Е.А. Анализ содержания анионов в поверхностных водах в районе воздействия Ковдорского ГОКа / Е.А. Заборовская, Д.А. Белозеров // Комплексные проблемы техносферной безопасности: материалы Международной научно-практической конференции (г. Воронеж, 11-12 ноября 2016 г.). — Воронеж, 2016. — Ч. 3. - С. 124–28.— 0,4 п.л.
4. Приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 N 552 "Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения" (Зарегистрировано в Минюсте России 13.01.2017 N 45203).
5. Челноков, А. А. Основы промышленной экологии: учебн. пособие / А. А. Челноков, Л. Ф. Ющенко. – Минск: Выша школа, 2001. – 343 с.

### ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ ОЗЕР НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «СМОЛЕНСКОЕ ПООЗЕРЬЕ»

**П.С. Зеленковский, И.И. Подлипский, В.И. Копылова, Ю.М. Чубарова**  
*Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия*

Национальный парк «Смоленское Поозерье» основан в 1992 году и имеет статус биосферного резервата. Он расположен в северо-западной части Смоленской области и занимает 145 тыс. га, на которых насчитывается около 35 озер. Все озера имеют преимущественно экзарационное происхождение и связаны в единую гидрологическую систему. На территории, занимаемой сейчас национальным парком, в течение продолжительного периода велась хозяйственная деятельность (лесные хозяйства, деревни). Современное использование земель национального парка в рекреационных целях, а также наличие на его территории населенных пунктов, определяет необходимость контроля антропогенной нагрузки. Для контроля и прогнозирования применяется метод мониторинга среды, который проводится как сотрудниками парка, так и другими организациями. Важным показателем возрастающей нагрузки и изменений является содержание тяжелых металлов в различных средах, в том числе в донных отложениях озёр. При изучении особенностей распространения тяжелых металлов в донных осадках необходимо учитывать формы нахождения элементов, и, соответственно, их миграционную способность и токсичность. Для характеристики этих показателей учитываются основные физические и физико-химические показатели водоема: водородный показатель, восстановительно-окислительный потенциал, мутность, минерализация, количество растворенного кислорода, а также температура и глубина.

Объектами исследования стали три озера - Сапшо, Лошамьё и Мутное - расположенные в центральном кластере национального парка, но различные по ряду характеристик и режиму охраны. Всего в «Смоленском Поозерье» выделяется пять функциональных зон. Согласно зонированию территория озера Сапшо относится к двум зонам: рекреационной и экстенсивного природопользования, озеро Мутное находится в рекреационной зоне, Лошамьё в заповедной зоне, наиболее строго охраняемой.

Самое крупное из исследуемых озёр, Сапшо, имеет площадь 3,3 км<sup>2</sup>, среднюю глубину 5-7 м, максимальную - 18 м. Длина озера 3 км, и в этом направлении протягивается озо-камовая гряда, которая выражена в рельефе четырьмя небольшими островами. Донные отложения представлены песчаной фракцией с детритом слабой степени разложения. На северном берегу озера расположен административный центр парка — посёлок Пржевальское с численностью населения 1,5 тыс.ч. В границах населённого пункта находятся такие объекты потенциальной антропогенной нагрузки как оздоровительный санаторий, а также свалка твёрдых бытовых отходов в северной части Пржевальского [3].

Озеро Лошамьё имеет площадь 0,4 км<sup>2</sup>, среднюю глубину 8-9 м, но максимальная достигает 33 м. Донные отложения представляют, в основном, песок с большой долей детрита, вплоть до илов. Озеро находится на территории заповедной зоны, следовательно, антропогенная нагрузка минимальна.

Озеро Мутное самое маленькое из трёх, его площадь 0,1 км<sup>2</sup>, средняя глубина 1,2 м. Пласт донных отложений имеет огромную мощность и представлен сапропелями. У озера расположен населённый пункт, рядом проходит крупная дорога, развит туристический сектор, в целом уровень антропогенной нагрузки характеризуется как высокий для национального парка.

## СЕКЦИЯ 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ

Все измерения проводились в зимний период со льда при помощи Multiparameter water quality sond YSI 6600. Данный зонд предназначен для измерений pH, окислительно-восстановительного потенциала (Eh), мутности, температуры, массовой концентрации растворенного кислорода, а также степени минерализации и глубины природной воды. На озерах Сапшо и Лошамьё мы отбирали пробы по сетке, в каждой точке делая по 3 измерения (на поверхности, примерно в центре водного столба и в придонной зоне). На озере Мутном измерения проводились также по сетке, однако в каждой точке было проведено только одно измерение, вследствие малой высоты водного столба (до 2-х метров).

Все три озера характеризуются крайне низкой мутностью (~1,4 NTU). Вода по всей своей толще прозрачная. Распределение температур с глубиной во всех озерах нормальное. С увеличением глубины температура повышается со значений близких к нулю до четырех градусов Цельсия, зимняя инверсия не наблюдается. По степени минерализации озера Сапшо и Мутное характеризуются как пресные (средняя минерализация составляет примерно 0,2 г/л), а озеро Лошамьё как ультрапресное (средняя минерализация ~ 0,05 г/л).

По величине водородного показателя озера Сапшо и Мутное относятся к нейтральным (pH составил 6,9 и 7,3 соответственно), а озеро Лошамьё к слабокислым (водородный показатель 6,4). Стоит отметить, что зависимости величины pH от глубины обнаружено не было. Также все озера характеризуются слабым разбросом значений водородного показателя (в пределах 0,7 единиц).

Исследуемые нами озера имеют различную величину Eh. Озеро Сапшо характеризуется изменением величины данного показателя с глубиной. На поверхности и примерно до глубины 6-ти метров по Eh озеро можно отнести к переходному окислительно-восстановительному типу, однако с 8-ми метров и до дна вода приобретает явный восстановительный характер среды. Это можно объяснить тем, что в зимний период озеро целиком покрывается льдом и отсутствует газообмен с атмосферой. Следовательно, в более глубоких (придонных) областях кислород расходуется быстрее на процессы окисления органики и жизнедеятельности бентосных организмов.

Воды озера Лошамьё имеют переходный окислительно-восстановительный тип. С глубиной величина Eh значительно не изменяется, большинство значений колеблется в промежутке между 50 и 70. Несмотря на то, что средняя глубина данного озера меньше, чем озера Сапшо, в его центре имеется большое углубление (размером около 50x100 м и глубиной до 30 метров), которое значительно увеличивает объемы воды. При этом озеро характеризуется олиготрофным типом питания, потребление кислорода в зимний период меньше.

По величине Eh воды озера Мутное относятся к восстановительным. Это объясняется его малой глубиной и большим количеством донных отложений (сапропель), которые в зимний период крайне быстро используют весь кислород на процесс окисления.

На рисунке 1 показаны значения процентного содержания кислорода по трём озёрам. По этому показателю резко выделяется озеро Мутное, где концентрация кислорода составляет не более 4,4%. Это может быть связано с небольшой глубиной и мощным слоем сапропелей. Для остальных озёр наблюдается нормальная закономерность сокращения количества кислорода с глубиной. Минимальные значения (24% для Сапшо, 35% для Лошамьё) наблюдаются в придонных условиях, максимальные (66% для Сапшо, 83% для Лошамьё) в первых метрах водной толщи. В целом, озёра Лошамьё и Сапшо характеризуются достаточным для зимнего сезона количеством кислорода, замор рыбы маловероятен.

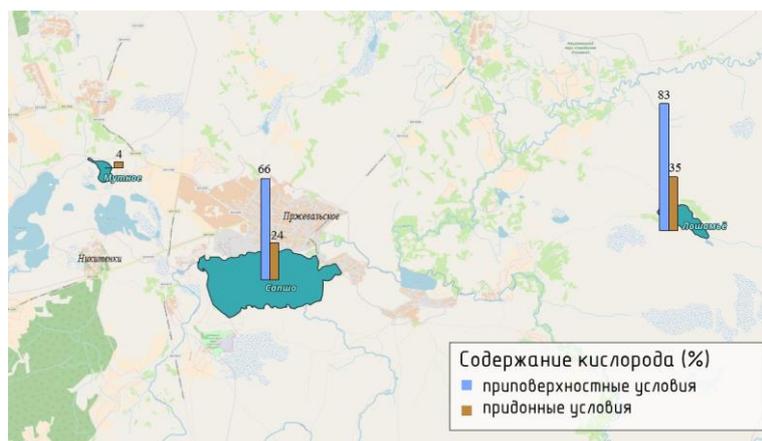


Рис 1 Схема содержания кислорода в исследуемых озерах

Известно, токсичность и миграционная способность тяжелых металлов на прямую зависят от их формы нахождения в среде [1]. В водной среде процессы комплексообразования выступают в качестве процессов, конкурирующих гидролизу и осаждению металла. Если гидролиз приводит к образованию малорастворимых соединений – гидроксидов металлов и их основных солей, то комплексообразование, напротив, к связыванию ионов металлов в растворимые соединения и удерживанию их в водной толще речного потока. Анализ физико-химических условий водной среды рассматриваемых озера (водородный показатель и окислительно-восстановительный потенциал среды), позволяет сделать прогноз относительно форм нахождения поллютантов. Используя метод основанный на расчете по фазовым диаграммам [1], можно сделать следующие предварительные выводы:

- В озерах Сапшо и Лошамьё Mn, Zn и Cd находятся в ионной форме (например,  $Mn^{2+}$ ).
- Cr и Pb связаны с гидроксильной группой, но имеют положительный заряд.

- В озере Сапшо Fe находится в форме аналогичной формам Cr и Pb. Однако, в озере Лошамье железо находится в форме Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.
- Медь находится в свободной форме в озере Сапшо, в Лошамье – в ионной форме.

Отметим, что наши результаты, согласуются с данными термодинамического моделирования [2] для Mn, Fe, Cu, Zn и Cd.

#### Литература

1. Atlas of Eh-pH diagrams. Intercomparison of thermodynamic databases. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Research Center for Deep Geological Environments, May 2005;
2. Подлипский И.И., Зеленковский П.С., Кононова Л.А., Хохряков В.Р. Эколого-геохимическая оценка состояния компонентов природной среды особо охраняемых природных территорий на примере национального парка «Смоленское Поозерье». / Материалы XVII межвузовской молодежной научной конференции «Экологические проблемы недропользования». СПб.: Изд-во СПбГУ, 2017, с. 59–67;
3. Подлипский И.И., Жабриков С.Ю. Разработка концепции обращения с отходами на природных территориях особой охраны (на примере национального парка «Смоленское Поозерье»). // Экология и промышленность России. М.: Изд-во ЗАО «Калвис», Т. 20, №10, 2016, с. 2-9

### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА (ТОМСКИЙ РАЙОН)

К.В. Зиновик, А.М. Кицула

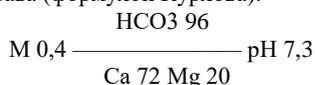
Научный руководитель к.г.-м.н, доцент Е.А. Солдатова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Одной из проблем нашего времени является дефицит чистой питьевой воды. Широкое использование подземных вод в качестве источника питьевого водоснабжения населения, в особенности децентрализованных источников водоснабжения в частном секторе в пределах городов и в сельской местности, поставило ряд задач, связанных с выявлением их качества и анализом причин изменения химического состава воды в процессе эксплуатации. Изучением этих вопросов применительно к подземным водам Томской области в последние годы занимались Наймушина О.С., Назаров А.Д., Шварцев С.Л., Шестакова А.В., и др. [1, 3, 5, 6] Особый интерес представляет вопрос формирования подземных вод, характеризующихся низкими концентрациями растворенного кислорода и присутствием сероводорода, в верхней гидродинамической зоне.

Объектом представленного исследования являются частные скважины и колодцы населенных пунктов Томского района, где сконцентрировано значительное количество предприятий агропромышленного комплекса, а также частные подсобные хозяйства. В процессе полевых работ было опробовано 4 водопункта в поселках Мирный, Трубачево, Малое Протопопово. Во время пробоотбора, *in situ* с помощью портативного мультипараметрового измерителя HI991301 (Hanna Instruments, USA) были определены быстроменяющиеся показатели – pH, температура и электропроводность, а также Eh с помощью ОВП тестера HI98201 (Hanna Instruments, USA). При отборе проб в п. Мирном и п. Трубачево чувствовался стойкий запах сероводорода. Химический состав подземных вод (табл. 1) был определен в Проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии Томского политехнического университета методами титриметрии, потенциометрии, пламенной фотометрии, турбидиметрии, фотоколориметрии, атомной абсорбции и ивысокотемпературного каталитического окисления.

Подземные воды, отобранные из колодца в кедровнике в п. Малое Протопопово, являются умеренно пресными с минерализацией 358 мг/дм<sup>3</sup>, нейтральными по показателю pH, гидрокарбонатными кальциевыми со следующей формулой солевого состава (формулой Курлова):



Содержание растворенного кислорода составляет 2,5 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 1). Характерной особенностью этих вод является относительно низкое значение общей жесткости (табл. 1). Химический состав подземных вод соответствует требованиям, предъявляемым к питьевым водам [2], это объясняется тем, что территория кедровника и прилегающий район практически не нарушен человеческой деятельностью. Еще одной отличительной особенностью этих подземных вод является низкая концентрация кремния. Это вероятно связано с неглубоким залеганием исследуемых вод и очень малым временем водообмена, что также способствует их самоочищению.

Подземные воды, отобранные из скважин в п. Мирного и п. Трубачево являются нейтральными, пресными, гидрокарбонатными кальциевыми по химическому составу. В водах данных водопунктов наблюдается превышение ПДК общей жесткости, железа и марганца [2]. В целом повышенные концентрации этих элементов и высокие значения общей жесткости характерны для Томской области, однако стоит отметить, что концентрации Fe и Mn в исследуемых водах в несколько раз выше фоновых значений (табл. 1). Отличительной особенностью исследуемых подземных вод является формирование восстановительной обстановки в верхней гидродинамической зоне, о чем свидетельствуют отрицательные значения окислительно-восстановительного потенциала, которые изменяются от –136 до –80 мВ, и низкие концентрации растворенного кислорода, которые варьируют от 0,75 до 1,03 мг/дм<sup>3</sup>, что предположительно связано с окислением органических веществ, поступающих в подземные воды в результате сельскохозяйственной деятельности. Это предположение подтверждают высокие концентрации CO<sub>2</sub> (табл.1), поскольку продуктом окисления органического вещества является углекислый газ. Кроме того, по

**СЕКЦИЯ 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ**

органолептическим свойствам, исследуемые воды характеризуются резким запахом сероводорода, что свидетельствует о сероводородном заражении, которое не характерно для верхней гидродинамической зоны. Это может быть связано с активной деятельностью сульфатовосстанавливающих бактерий, которые восстанавливают сульфаты до сероводорода и используют в качестве источника энергии органические вещества.

*Таблица*

**Результаты химического анализа подземных вод в районе расположения предприятия агропромышленного комплекса (Томский район), мг/дм<sup>3</sup>**

Компонент / показатель	Фоновое значение*	ПДК**	Наименование водопункта			
			Колодец, п. Малое Протопопово, кедровник, гл. ~ 1 м	Скв. 1, п. Мирный, гл. 17 м	Скв. 2, п. Мирный, гл. ~ 20 м	Скважина, п. Трубачево, гл. ~ 70 м
Значение показателя, мг/л						
pH, ед. pH	7,12	6–9	7,3	7,3	7,4	7,4
Eh, мВ	–	–	53	–96	–136	–80
O <sub>2</sub> раст.			2,5	1,03	0,75	0,91
CO <sub>2</sub> раст.			44,0	81,4	82,2	65,5
Перманганатная окисляемость, мгO <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	–	5	1,36	0,76	0,88	0,88
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,41	2,5	0,22	0,34	0,61	0,76
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,08	3	0,147	<0,02	0,038	<0,02
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1,09	45	3,11	0,133	0,107	0,246
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	–	3,5	0,24	<0,05	<0,05	<0,05
Fe <sub>общ</sub>	0,086	0,3	0,05	1,23	2,12	2,6
Mn	0,067	0,1	0,02	0,3	0,35	1,1
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	312	–	261	413	453	447
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	8,04	500	7,21	19	<2	<2
Cl <sup>-</sup>	12,4	350	1,62	15,8	21,4	1,05
Общая жесткость, мг-экв/л	–	7	4,2	7,16	7,45	6,6
Ca <sup>2+</sup>	49,8	–	66	109	115	97
Mg <sup>2+</sup>	22,1	–	11	20,9	20,7	21,3
Na <sup>+</sup>	32,3	200	6,9	9,2	11,04	16,8
K <sup>+</sup>	3,38	–	0,96	1	1,13	0,73
Si	7,05	10	2,06	7,98	7,75	9,49
Минерализация	457	1000	358	588	624	586
С орг.	5,06	–	2,45	2,45	1,74	1,8
С неорг.	–	–	28,3	67,8	76,4	86,6
N общ.	–	–	<1	<1	<1	<1

Примечания

- \*За фоновые значения приняты средние значения показателей для подземных вод зоны гипергенеза провинции умеренного влажного климата ландшафта южной тайги по С. Л. Шварцеву [4].
- \*\*ПДК – предельно допустимая концентрация [2].

Таким образом, сельскохозяйственная деятельность, развитая в районе исследований, приводит к формированию в верхней части гидрогеологического разреза подземных вод с особыми геохимическими условиями, несвойственными зоне активного водообмена. В отличие от подземных вод, приуроченных к ненарушенному сельскохозяйственной деятельностью району, подземные воды в п. Мирном и п. Трубачево характеризуются восстановительными условиями, что способствует накоплению повышенных концентраций таких переменновалентных элементов как железо и марганец, чьи значения здесь превышают ПДК.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФ № 17-77-10017.*

**Литература**

1. Назаров, Александр Дмитриевич. Гидрогеологические условия и перспективы хозяйственно-питьевого водобеспечения северной части г. Томска / А. Д. Назаров, О. С. Наймушина, Абдель Азиз Фавзи Махмуд Эль

- Шиннави Эль Хайес // Питьевые подземные воды. Изучение, использование и информационные технологии : материалы международной научно-практической конференции (Московская область, п. Зеленый, 18-22 апреля 2011 г.) : в 4 т. – 2011. – Ч. 2. – С. 147–160.
2. СанПиН 2.1.4.1175–02. «Гигиенические требования к качеству воды централизованного водоснабжения. Санитарная охрана источников».
  3. Хвощевская А.А., Наливайко Н.Г., Копылова Ю.Г. Железобактерии в природных водах Обь-Томского междуречья – «Вода: химия и экология», 2015. – С. 76–84.
  4. Шварцев С. Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза / С. Л. Шварцев. – 2-е изд., испр. и доп.. – М.: Недра, 1998. – 366 с.
  5. Шварцев С.Л., Серебренникова О.В., Здвизков М.А., Савичев О.Г., Наймушина О.С. Геохимия болотных вод нижней части бассейна Томи (юг Томской области) // Геохимия, 2012. – Т.50. – №4. – С. 367–380;
  6. Шестакова А.В. Химический состав подземных вод Томского района и перспективы их использования для питьевого водоснабжения / А. В. Шестакова; науч. рук. А. А. Хвощевская // Проблемы геологии и освоения недр: труды XVII Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, Томск, 1-5 апреля 2013 г. в 2 т. – 2013. –Т. 1. – С. 596–598;

## ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД ПРОВИНЦИИ ЦЗЯНСИ

Е.В. Зиппа

Научный руководитель профессор С.Л. Шварцев

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия  
Томский филиал Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН,  
г. Томск, Россия*

Азотные термы привлекают внимание многих ученых всего мира и относятся к числу наиболее значимых термальных вод. Помимо их лечебных свойств наибольший интерес представляет фундаментальный аспект, а именно источники избыточных химических элементов, формирование химического состава, механизмы и процессы их взаимодействия с вмещающими горными породами и другое.

В ходе исследований термальных вод различного состава неотъемлемой частью является установление их генезиса. Наиболее надежным критерием для определения генезиса подземных вод принято считать исследования изотопов водорода (дейтерий и тритий) и кислорода ( $^{18}\text{O}$ ). В этой связи основной целью настоящей работы является выявление генезиса термальных вод провинции Цзянси посредством изучения их изотопного состава воды.

Объектами исследования являются азотные и углекислые термальные воды провинции Цзянси. Всего рассмотрено 16 проб воды, из которых 8 - азотные, 8 - углекислые. Пробы были отобраны в ходе экспедиционных исследований, проведенных в 2015 и 2017 гг. Родники были опробованы на общий химический и изотопный состав. Общий химический анализ осуществлялся в проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии Томского политехнического университета и проводился несколькими методами титрования при помощи анализатора жидкости «Анион 7-51» (Russia), ионнообменной хроматографии с использованием хроматографа ICS-00 «Dionex» (USA). Анализ изотопного состава воды (D,  $^{18}\text{O}$ ) осуществлялся в Центре химического анализа и физических испытаний Восточного китайского технологического университета (г. Наньчан, Китай) с использованием изотопного масс-спектрометра с анализатором элементов TC/EA-IRMS (Finnigan MAT 253, Thermo Scientific, USA).

Провинция Цзянси расположена в юго-восточной части Китая и является одной из провинций, на территории которой наиболее широко распространены родники термальных вод. В пределах территории провинции выявлено около 96 родников. Изученные родники приурочены к глубинным разломам, которые развиты в разных геологических структурах. Углекислые термальные воды в основном распространены на юге провинции в пределах Южно-Китайской складчатой системы, в свою очередь азотные термы чаще приурочены к разломам, развитым в пределах Янцзынской параплатформы в северо-западной части провинции. По геологическим условиям места выхода азотных терм на поверхность сложены преимущественно гранитами юрского возраста, реже древними туфопесчаниками. Углекислые термы, наоборот, приурочены преимущественно к более молодым структурам и породам – песчаникам юрского и мелового возрастов, известнякам ордовика, реже туфогенным песчаникам и гранитам [5].

Результаты анализа химического состава показали, что азотные и углекислые термальные воды существенно отличаются друг от друга. Азотные термальные воды характеризуются весьма низкой величиной общей минерализации, изменяющейся в интервале от 259 до 376 мг/л, но при этом характер водной среды слабощелочной или щелочной (pH 8.5-9.3). Углекислые термальные воды, напротив, более минерализованные, соленость варьирует от 287 до 3129 мг/л, и более кислые. Значения pH варьируют от 6.3 до 7.8. Азотные термы содержат повышенные концентрации  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Si}$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ , иногда  $\text{SO}_4^{2-}$ , но в то же время концентрации  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$  и др. весьма низкие. В соответствии с классификацией С.А. Щукарева, по химическому составу азотные термы провинции Цзянси в основном относятся к гидрокарбонатному натриевому типу, за редким исключением к гидрокарбонатно-сульфатному натриевому типу. В углекислых термальных водах преобладание  $\text{Na}^+$  иона среди катионов ослабевает, а концентрации  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  значительно выше, чем в азотных термах. Среди анионов доминирующими являются  $\text{HCO}_3^-$ , в отдельных случаях  $\text{SO}_4^{2-}$ . По химическому составу углекислые термы в основном относятся к  $\text{HCO}_3^-$ -Na типу, но встречаются и  $\text{SO}_4$ -Na-Ca, а также промежуточные типы:  $\text{HCO}_3^-$ -Ca,  $\text{HCO}_3^-$ -Ca-Na,  $\text{HCO}_3^-$ - $\text{SO}_4$ -Ca [2, 6, 7].

Как было сказано выше, для установления генетического типа исследуемых терм изучен изотопный состав воды Н и О (табл. 1). Общеизвестно, что между содержанием стабильных изотопов дейтерия и кислорода-18 в изотопном составе метеорных вод существует корреляционная зависимость. Связь распределения  $\delta\text{D}$  и  $\delta^{18}\text{O}$

**СЕКЦИЯ 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ**

установлена Г. Крейгом и выражена в виде уравнения, называемого прямой Крейга или глобальной линией метеорных вод (GMWL) [4]. Для провинции Цзянси соотношение изотопов дейтерия и кислорода-18 атмосферных осадков было оценено ранее [8-10].

Как видно из таблицы 1 изотопный состав воды азотных и углекислых терм несколько отличается друг от друга. Так, по сравнению с углекислыми, азотные термы менее обогащены дейтерием и кислородом 18, содержания которых варьируют от -66.6 до -53.5 и -8.9 до -6.5 ‰ соответственно. Углекислые же термы обладают более тяжелым изотопным составом: дейтерий изменяется от -61 до -47.9 ‰, кислорода 18 от -6.9 до -6.1. Сравнительный анализ полученных данных с изотопным составом атмосферных осадков региона показал, что все точки азотных и углекислых термальных вод ложатся вдоль местной линии метеорных вод (рис. 1). Следовательно, все термы региона по генезису можно отнести к метеорным.

Таблица

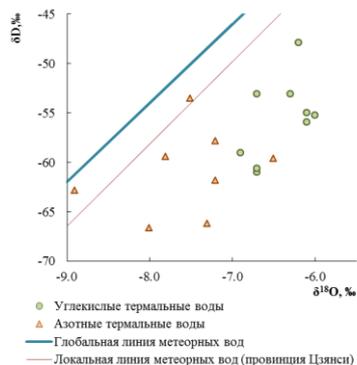
**Изотопный состав термальных вод провинции Цзянси**

№	$\delta D$ vsMOW	$\delta^{18}O$ vsMOW	№	$\delta D$ vsMOW	$\delta^{18}O$ vsMOW
<b>Углекислые термальные воды</b>			<b>Азотные термальные воды</b>		
15-1	-53.1	-6.3	15-7	-57.8	-7.2
15-4	-55.9	-6.1	15-10	-66.6	-8.0
15-6	-61.0	-6.7	15-8	-59.6	-6.5
15-2-1	-47.9	-6.2	15-9	-66.2	-7.3
15-5	-60.6	-6.7	17-2	-61.8	-7.2
15-2-2	-55.0	-6.1	17-6	-59.4	-7.8
15-3	-59.0	-6.9	17-7	-53.5	-7.5
17-4	-53.1	-6.7	17-8	-62.8	-8.9

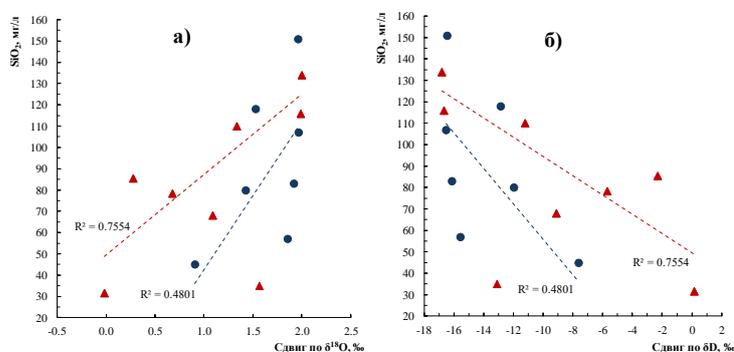
Вместе с тем полученные данные показывают, что изотопный состав всех термальных вод имеет значительный сдвиг от линии атмосферных осадков в сторону утяжеления по  $^{18}O$ . Наблюдаемый сдвиг можно объяснить тем, что и те, и другие термальные воды достаточно длительное время взаимодействовали с алюмосиликатными минералами горных пород эндогенного генезиса, которые, как известно, отличаются высокими значениями  $^{18}O$  [1]. В процессе взаимодействия вода, непрерывно растворяя эндогенные алюмосиликаты, обогащается изотопами  $^{18}O$ , что и обеспечивает значительное отклонение расположения точек терм от местной линии атмосферных осадков.

Данное обоснование хорошо согласуется с полученными результатами расчетов кислородного и водородного отклонений. Изотопные сдвиги вычислены по разности между измеренными значениями и рассчитанными по приведенному выше уравнению локальной линии метеорных вод. Полученные положительные значения говорят нам об обогащении тяжелыми изотопами, отрицательные – об обеднении. Анализ взаимосвязи изотопного сдвига с концентрацией кремния показал, что с ростом последнего происходит утяжеление по кислороду и одновременно обеднение по водороду [3].

Изучение изотопов углерода позволяет  $^{14}C$  и  $^{13}C$  определить возраст подземных вод и, в частности, термальных. Как известно период полураспада  $^{14}C$  составляет 5730 лет, что дает возможность проследить перемещение подземных вод за время до 25 тыс. лет. Результаты расчета показали, что примерный возраст азотных терм провинции Цзянси варьирует от 5 тысяч до 22,5 тысяч лет. Такой разброс возраста может быть объяснен смещением азотных терм с грунтовыми водами. Обоснование данного факта, как и более детальное датирование возраста терм требует отдельного исследования.



**Рис. 1** Соотношение  $\delta D$ - $\delta^{18}O$  для термальных вод и атмосферных осадков провинции Цзянси



**Рис. 2** Взаимосвязь отклонения по  $\delta^{18}O$  (а) и  $\delta D$  (б) от концентрации кремния в термальных водах провинции Цзянси

Таким образом, проведенные исследования показали, что азотные и углекислые термальные воды метеорного генезиса, однако выявлены различие вод по изотопному составу. Отклонение точек терм от линии метеорных вод характеризуется длительным взаимодействием с горными породами. Наличие CO<sub>2</sub> в углекислых термах восполняет потери по кислороду в процессе взаимодействия с горными породами за счет обмена с CO<sub>2</sub>, поэтому углекислые воды являются более тяжелыми по кислороду, чем азотные.

По предварительным расчетам возраст азотных терм составляет порядка 20 тысяч лет. Причиной такого омоложения может быть смещение терм с более молодыми грунтовыми водами, однако обоснование этого вопроса требует более детального исследования.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 17-17-01158)*

#### Литература

1. Галимов Э.М. Геохимия стабильных изотопов углерода // М.: Недра. – 1968. - 226с.
2. Зиппа Е.В. Химический состав термальных вод провинции Цзянси // Труды XX Международный научный симпозиум имени академика М. А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр» 4-8 апреля 2016 г. – Томск, 2016. – С.2.
3. Шварцев С.Л., Харитонов Н.А., Лепокурова О.Е., Челноков Г.А. Генезис и эволюция углекислых минеральных вод месторождения Мухен (Дальний Восток) // Геология и геофизика. – 2017. – Т. 58. – № 1. – С. 48–59.
4. Craig H. Isotopic variations in meteoric water // Science. – 1961. – Vol. 133. – P. 1702–1703.
5. Geological memoirs. Series 1. Number 2. Regional geology of Jiangxi province. – Beijing: Geological publishing house– (People's Republic of China, Ministry of Geology and Mineral Resources. Jiangxi Bureau of Geology and Mineral Resources). An Outline of the regional geology of Jiangxi Province, China 1984. – 922 pp.
6. Sun Zh., Gao B., Shvartsev S., Tokarenko O., Zippa E. The Thermal Water Geochemistry in Jiangxi Province (SE-China): Procedia Earth and Planetary Science. – 2017. – V. 17. – 940–943 pp.
7. Sun Zh., Shvartsev S. L., Tokarenko O. G., Zippa E.V. and Gao B. Geochemical peculiarities of nitric thermal waters in Jiangxi Province (SE-China). IOP Conference Series Earth and Environmental Science: All-Russian Scientific Conference with International Participation on Contemporary Issues of Hydrogeology, Engineering Geology and Hydrogeoecology in Eurasia 23–27 November 2015. – Tomsk, Russia, 2016. – V.33. – 6 pp.
8. Sun Zh., Li X. Studies of geothermal waters in Jiangxi Province using isotope techniques // Science in China (Series E). – 2001. – V. 44. – P. 144–150.
9. Sun Zh. Geothermometry and chemical equilibria of geothermal fluids, SW-Iceland, and selected hot springs Jiangxi Province, SE-China. Geothermal training program report. – Iceland, 1998. – 30 pp.
10. Zhou W. Studies of geothermal background and isotopic geochemistry of thermal water in Jiangxi Province. China nuclear science and technology report, 1996. – 29 pp.

## ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ВОДОЗАБОРНЫХ СКВАЖИН ДОБРЯНСКОГО РАЙОНА ПЕРМСКОГО КРАЯ

**З.В. Кивилева**

Научный руководитель доцент И.В. Щукова

**Пермский государственный национальный исследовательский университет  
г. Пермь, Россия**

Добрянский район административно-территориальная единица и муниципальное образование в составе Пермского края. Район большей частью находится на левом берегу реки Кама. Площадь Добрянского района 5192 км<sup>2</sup>. Общая численность населения на 2015 год 56,7 тыс. человек из них лишь 22,4 тыс. человек проживает в городских условиях.

На большей части территории Добрянского района отсутствует централизованное водоснабжение, вследствие чего, местное население устанавливает водозаборные скважины для питьевых целей. Однако, на территорию исследования оказывает сильное влияние деятельность человека, что сказывается на химическом составе подземных вод зоны активного водообмена.

Необходимо оценить возможность использования водозаборных скважин для целей водоснабжения. Для этого рассмотрим основные гидрохимические характеристики подземных вод зоны активного водообмена, основываясь на нормативы ГН 2.1.5.1315-03, ГН 2.1.5.2280-07 и СанПиН 2.1.4.1175-02.

Фактическим материалом послужили результаты гидрохимического опробования водозаборных скважин на территории Добрянского района – 70 проб. Исследования химического состава подземных вод включали определение HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup> и K<sup>+</sup>, общей минерализации, pH, общей жесткости, Fe<sub>общ</sub>.

Практическая значимость: полученные гидрохимические характеристики позволяют оценить качество вод, используемых жителями района для хозяйственно-питьевых целей, установить источники их загрязнения, дать рекомендации по очистке от загрязнения.

Рельеф территории исследования сформирован в основном эрозионными процессами. Рельефообразующими элементами являются долина р. Камы, её притоки и овраги. По внешнему облику рельеф территории равнинный, по морфологическим категориям – волнистый, холмистый, увалистый, балочный и долинный.

По общепринятой классификации климат региона характеризуется как умеренно-континентальный, с умеренно теплым коротким (июнь-август) летом и продолжительной холодной зимой. Годовое количество осадков (500-700 мм) превышает возможное испарение, поэтому увлажнение здесь избыточное.

## СЕКЦИЯ 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ

Территория Добрянского района приурочена к восточной окраине Восточно-Европейской платформы и к Предуральскому краевому прогибу. Здесь на поверхность выходят верхнепермские терригенные (обломочные) отложения, карбонатные и сульфатные породы.

В геологическом строении зоны активного водообмена территории исследования принимают участие породы соликамской и шешминской свит уфимского яруса нижней перми, белебеевской свиты казанского яруса средней перми, перекрытые на большей части территории разновозрастными четвертичными отложениями. Нумерация индекса для отложений пермской системы выполнена по стратиграфическому кодексу России 2006 г., согласно которого уфимский ярус отнесен к приуральскому отделу пермской системы (нижняя пермь) [1].

В структурно-тектоническом отношении исследуемая территория расположена на восточном крыле крупной региональной структуры (II порядка) – Волго-Уральской антеклизы, осложняющей восточное крыло Русской плиты Восточно-Европейской платформы и Предуральском краевом прогибе.

Объектом изучения является верхняя зона активного водообмена, включающая следующие гидрогеологические подразделения:

- водоносный локально-слабоводоносный аллювиальный горизонт;
- шешминский терригенный слабоводоносный локально-водоносный комплекс;
- соликамская терригенно-карбонатная водоносная свита.

Химический состав подземных вод зоны активного водообмена на территории Добрянского района исследован по данным опробования водозаборных скважин из четвертичного (Q), шешминского (P<sub>1šš</sub>) и соликамского (P<sub>1sl</sub>) водоносных подразделений. Глубина скважин от 11 до 59 м.

Результаты гидрогеохимических исследований подземных вод территории исследования сравнивались с нормативами ГН 2.1.5.1315-03, ГН 2.1.5.2280-07 [2, 3] и СанПиН 2.1.4.1175-02 [6]. Характеристика основных гидрохимических показателей состава вод дана по [4, 7].

Гидрохимическая характеристика подземных вод четвертичных отложений (аQ) изучена по данным опробования 5 водозаборных скважин с глубины 11-29 м.

На территории исследования распространены подземные воды гидрокарбонатной формации. Преобладающей фациальной состав – HCO<sub>3</sub>-Ca-Cl, который составляет 60% всех проб, HCO<sub>3</sub>-Ca-Mg и HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub>-Ca фации составляют по 20% общего количества проб.

Минерализация подземных вод изменяется от 95 до 418 мг/дм<sup>3</sup>, составляя в среднем 246 мг/дм<sup>3</sup>, по классификации ОСТ 41-05-263-86 [5] воды относятся к весьма пресным.

Показатель концентрации водородных ионов подземных вод изменяется от 6,3 до 7,6, при среднем значении равно 7,0, что отвечает нормам СанПиН и ГН [2, 3, 6].

Общая жесткость грунтовых вод изменяется 1-5,5 мг-экв/дм<sup>3</sup>, при среднем значении 2,9 мг-экв/дм<sup>3</sup>, воды мягкие.

Концентрация всех компонентов HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, Cl, NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>, Mg и Na+K находится в пределах ПДК, за исключением Fe<sub>общ.</sub>, содержание которого в двух пробах превышает значение ПДК.

Наблюдается слабая зависимость минерализация подземных вод четвертичного водоносного комплекса с глубиной. Нет зависимости химического состава подземных вод от времени года.

Гидрохимическая характеристика шешминского терригенного водоносного комплекса (P<sub>1šš</sub>) изучена по данным опробования 25 водозаборных скважин с глубины 12-50 м.

Подземные воды имеют гидрокарбонатный (88%), сульфатный (8%) и нитратный (4%) состав. Фациальный состав пестрый: на общем фоне выделяются природная HCO<sub>3</sub>-Ca-SO<sub>4</sub> гидрохимическая фация (28%) и HCO<sub>3</sub>-Ca-Mg (20%), затем HCO<sub>3</sub>-Ca-NO<sub>3</sub> (16%), HCO<sub>3</sub>-Ca-Na (8%), HCO<sub>3</sub>-Ca-Cl (4%), HCO<sub>3</sub>-Cl-Ca (4%), HCO<sub>3</sub>-Na-K (4%), HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub>-Ca (4%), SO<sub>4</sub>-Ca-HCO<sub>3</sub> (9%), SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub>-Ca (4%), NO<sub>3</sub>-HCO<sub>3</sub>-Ca (4%).

Минерализация изменяется от 167 до 1405 мг/дм<sup>3</sup>, среднее значение равно 432 мг/дм<sup>3</sup>. Повышенная минерализация характерна для сульфатных вод.

Среднее значение pH подземных вод равно 7,2, но 1 проба относится к слабокислым водам (pH= 5,2).

Общая жесткость изменяется в широких пределах от 1,54 до 19,8 мг-экв/дм<sup>3</sup>, при среднем значении 5,2. Большинство проб относится к умеренно жестким (64%), лишь 12% относятся к жестким и очень жестким.

Концентрация анионов Cl и NO<sub>2</sub> не превышает ПДК. Концентрация SO<sub>4</sub> и NO<sub>3</sub> превышают ПДК в 4% и 8% проб соответственно. Концентрация катионов Ca, Mg и NH<sub>4</sub> находится в пределах ПДК. Содержание иона Fe<sub>общ.</sub> в 20% пробах превышает ПДК.

Нет зависимости минерализации от глубины и от времени года. Сульфатные воды встречаются на глубине 32 и 41 м, в них отмечается повышенное содержание сульфатов и высокие значения общей жесткости.

Гидрохимическая характеристика соликамской водоносной терригенно-карбонатной свиты (P<sub>1sl</sub>) Добрянского района изучена по данным опробования 40 водозаборных скважин с глубины 14-59 м.

Подземные воды характеризуются двумя гидрохимическими формациями – гидрокарбонатной и сульфатной по 64% и 36% соответственно. Фациальный анализ показал, что преобладают SO<sub>4</sub>-Ca-HCO<sub>3</sub> (23%) и HCO<sub>3</sub>-Ca-SO<sub>4</sub> (22%) гидрохимические фации, затем HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub>-Ca (17%), HCO<sub>3</sub>-Ca-NO<sub>3</sub> (10%), HCO<sub>3</sub>-Ca-Mg (7%), HCO<sub>3</sub>-Ca-Cl (8%) от всех проб, и, наконец, SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub>-Ca (13%).

Минерализация подземных вод варьируется от 348 до 2481 мг/дм<sup>3</sup>, среднее значение равно 906 мг/дм<sup>3</sup>. Воды гидрокарбонатного состава – пресные, сульфатного состава – весьма слабосоленоватые и слабосоленоватые.

Значение pH изменяется от 6,4 до 7,8, среднее значение 7,1.

Величина общей жесткости изменяется в широких пределах – от 3,9 до 32,8, среднее значение – 11,9 мг-экв/дм<sup>3</sup>, преобладающая часть проб относится к жестким и очень жестким водам.

Концентрация большинства анионов и катионов находится в пределах ПДК, за исключением  $\text{SO}_4$ ,  $\text{Fe}_{\text{общ}}$  и  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_2$ . Концентрации  $\text{SO}_4$  изменяется от 13 до 1440 мг/дм<sup>3</sup>, при среднем значении 330 мг/дм<sup>3</sup>. Среднее содержание  $\text{Fe}_{\text{общ}}$  – 0,29 мг/дм<sup>3</sup>, но 22% проб превышают ПДК. Концентрации  $\text{NO}_3$  варьируют от 0,2 до 121 мг/дм<sup>3</sup>, превышают ПДК 30% проб. Значение концентрации  $\text{NO}_2$  превышает ПДК в 1 пробе. Повышенные концентрации  $\text{SO}_4$  отмечаются в сульфатных водах, тогда как  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$  и  $\text{Fe}_{\text{общ}}$  – в гидрокарбонатных и сульфатных водах.

Наблюдается увеличение минерализации с глубиной, при этом с глубины 30 м преобладают сульфатные воды.

Преобладающими гидрохимическими фациями подземных вод на территории Добрянского района являются  $\text{HCO}_3\text{-Ca-SO}_4$  – 22%,  $\text{SO}_4\text{-Ca-HCO}_3$  – 14%,  $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$  – 12%,  $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca}$  – 12%  $\text{HCO}_3\text{-Ca-NO}_3$  – 11%. С глубиной наблюдается увеличение минерализации и переход вод с гидрокарбонатного состава в сульфатный, при этом возрастает концентрация величина общей жесткости.

Таким образом, в результате анализа 70 проб из скважин, пробуренных жителями района для хозяйственно-бытовых целей, было установлено, что 63 пробы по тем или иным показателям не соответствуют качеству «СанПиН 2.1.4.1175-02» – это 90%. Необходима дополнительная очистка и мониторинг подземных вод в водозаборных скважинах на территории района исследования в течении года.

#### Литература

1. Атлас Пермского края/ Под общей редакцией А. М. Тартаковского. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь: 2012. – 124с.: ил.
2. ГН 2.1.5.1315-03. Гигиенические нормативы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Утверждены Главным государственным санитарным врачом РФ 27.04.2003 г.
3. ГН 2.1.5.2280-07. Гигиенические нормативы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Дополнения и изменения к ГН 2.1.5.1315-03. Главным государственным санитарным врачом РФ 27.09.2007 г.
4. Максимович Г.А. Химическая география вод суши. Пермь, 1955.
5. ОСТ 41-05-263-86. Воды подземные. Классификация по химическому составу и температуре.
6. СанПиН 2.1.4.1175-02. Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников.
7. Шимановский Л.А., Шимановская И.А. Пресные подземные воды Пермской области. Пермское книжное издательство. Пермь, 1973.

## ВЛИЯНИЕ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА КАЧЕСТВО ВОД

Е.С. Ким

Хвощевская А.А., доцент кафедры ГИГЗ;

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Деятельность предприятий горнодобывающей промышленности сопровождается интенсивным воздействием на все компоненты окружающей среды, вызывая их изменения. В первую очередь влияние оказывается на персонал объекта добычи; условия жизни и здоровья населения; проживающего в непосредственной близости к предприятию и конечно на окружающую природную среду региона. ООО «Разрез «Березовский» - горнодобывающее предприятие по добыче угля коксующихся и энергетических марок открытым способом. В результате производственной деятельности этого объекта происходит воздействие на водные ресурсы, атмосферный воздух и земельные ресурсы.

Цель работы: определить степень влияния горнодобывающего предприятия на химический состав природных вод территории. Основной задачей является изучить химический состав подземных вод и сбрасываемых сточных вод.

ООО «Разрез «Березовский» территориально располагается в г. Прокопьевск Кемеровской области и входит в группу предприятий «Стройсервис». Основное направление деятельности — это добыча угля коксующихся и энергетических марок открытым способом. В состав угольного разреза входит обогатительная фабрика «Матюшенская».

В ходе производственной деятельности разреза осуществляет забор воды на хозяйственно-питьевые и производственные нужды, а также сбрасывает хозяйственно-бытовые сточные воды и отработанные воды с обогатительной фабрики в поверхностный водный объект, что указывает на наличие прямого воздействия на гидрографическую сеть.

Материалом для исследования послужили данные по химическому составу подземных и поверхностных вод, полученных за период 2012-2015 гг. на участке «Долгий Мост» [3].

Анализ данных химического состава подземных вод показал, что по химическому составу они являются гидрокарбонатными кальциево-магниевыми, реже гидрокарбонатными кальциево-натриевыми, пресными (сухой остаток составляет 231-549 мг/дм<sup>3</sup>), по водородному показателю воды характеризуются как нейтральные либо слабощелочные (рН 7,0-8,4). По общей жесткости воды умеренно-жесткие. Общая жесткость изменяется в пределах 2,3-6,1 мг-экв/дм<sup>3</sup>.

Такие органолептические показатели как запах и привкус, соответствуют нормам, предъявляемым к качеству питьевых вод [4]. В воде отмечается повышенные значения таких показателей как мутность до 4,35 мг/дм<sup>3</sup>, железо до 4,61 мг/дм<sup>3</sup> и марганец до 0,22 мг/дм<sup>3</sup>. Превышение допустимых для питьевых вод норм по железу и марганцу характерно для подземных вод данного региона.

Согласно выполненным исследованиям, в водах общее микробное число не превысило гигиенических нормативов. В них также не обнаружены общие колиформные бактерии, термотолерантные колиформные бактерии. Лишь в отдельных пробах отмечаются следы бактериального загрязнения.

**СЕКЦИЯ 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ**

Опробование подземной воды из скважины проведено в достаточном количественном объеме (один раз в месяц), что позволяет оценить по содержанию определяемых показателей соответствие вод требованиям нормативных документов, предъявляемых к питьевым. В целом, воды можно считать пригодными для хозяйственно-питьевого водоснабжения при условии их предварительной водоподготовки, заключающейся в обеззараживании, исключающем возможное проявление нестандартных проб, обезжелезивании, удалении мутности и снижении содержания марганца. При эксплуатации водозабора ведется контроль за указанными показателями.

Образующиеся в результате деятельности предприятия хозяйственно-бытовые и производственные сточные воды поступают на очистные сооружения. Очищенные сточные воды сбрасываются в поверхностный водный объект ручей Ганина – водоток культурно-бытового назначения.

На очистные сооружения поступают: хозяйственно-бытовые сточные воды от объектов инфраструктуры ООО «Разрез «Березовский», ж/д станции Березовская, производственные сточные воды от умягчения воды в котельной, хозяйственно-бытовые сточные воды от склада ГСМ и ОФ «Матюшенская».

Контроль качества хозяйственно-бытовых сточных вод проводится по соединениям группы азота, взвешенным веществам, железу, АПАВам, сульфат- и хлорид-ионам, сухому остатку, ХПК и БПК<sub>полн</sub>. Концентрация указанных компонентов в хозяйственно-бытовых сточных водах до и после очистки на очистных сооружениях представлена в таблице 1.

**Таблица**

**Эффективность очистки сточных вод [2]**

Наименование загрязняющего вещества	Концентрация загрязняющих веществ, поступающих на очистные сооружения, мг/дм <sup>3</sup>	Концентрация загрязняющих веществ после очистных сооружений, мг/дм <sup>3</sup>	Эффект улавливания загрязняющих веществ, %	ПДК веществ в водотоке культурно-бытового значения мг/дм <sup>3</sup> [1],
1	2	4	3	5
Азот аммонийный	9,70	0,40	96,00	1,5
Аммоний ион	12,47	0,50		2,0
Азот нитратов	0,800	0,800	-	10,2
Нитрат-ион	3,54	3,544		45,0
БПК <sub>полн</sub>	143,60	3,00	98,0	6,0
Взвешенные вещества	79,20	4,95	94,0	4,95 (фон+0,75)*
Железо общее	0,43	0,10	77,0	0,3
СПАВ	4,10	0,10	98,0	0,50
Сульфаты	46,30	46,30	-	500,0
Сухой остаток	345,00	345,00	-	1000,0
Хлориды	144,10	144,10	-	350,0
ХПК	274,10	30,00	89,0	30,0

\*- фоновое содержание взвешенных веществ в руч. Ганина- 4,2 мг/дм<sup>3</sup>; «-» по данным компонентам очистка и контроль качества сточных вод не проводится.

Из анализа данных таблицы видно, что очистка сточных вод на предприятии осуществляется хорошо и эффективность очистки колеблется от 77% (по железу общему) до 98 % (по АПАВам). Состав сбрасываемых сточных вод соответствует нормативному значению для водотоков культурно-бытового назначения.

По представленным данным видно, что разрез «Берёзовский» оказывает минимальное влияние на химический состав подземных и поверхностных водных объектов, а, следовательно, не оказывает отрицательное влияние на качество жизни человека.

Применение в горнодобывающей промышленности мероприятий по охране и рациональному использованию различных видов природных ресурсов при эксплуатации месторождения приводит к предотвращению негативного воздействия горного производства на окружающую среду.

#### Литература

1. ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» (с изменениями от 28.09.2007г.). Гигиенические нормативы. Москва, Минздрав РФ, 2003г.
2. Объекты инфраструктуры промплощадки. Проектная документация. Раздел 8 «Перечень мероприятий по охране окружающей среды». Новосибирск, Гипроуголь, 2011г.

3. Отчет гидрогеологических исследований на участке «Долгий Мост» с целью подсчета запасов подземных вод для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения и технологического обеспечения водой предприятия. ООО «Разрез «Березовский», Кемерово. 2016г.
4. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

**РАЙОНИРОВАНИЕ ВОДОСБОРНОЙ ТЕРРИТОРИИ Р.САЛГИР ПО УСЛОВИЯМ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ МАЛЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ (РЕСПУБЛИКА КРЫМ)  
Е.В. Комарова**

Научный руководитель д.г.-м.н, профессор ОГ В.К. Попов  
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск, Россия*

Дефицит пресной воды одна из главных проблем полуострова Крым. Анализ таких факторов, как геологическое строение, климатические условия, глубины залегания уровней подземных вод – основа для районирования водосборной территории. Управление использованием водных и земельных ресурсов и их качеством является важной задачей современности. В связи с этим целью данной работы является проведение районирования водосборной территории р. Салгир по условиям использования водных ресурсов малых водохранилищ (республика Крым).

Река Салгир представляет самую крупную речную систему Крымского полуострова. Общая длина реки и ее 14 притоков, непосредственно впадающих в нее, составляет 923 км. Площадь водосборного бассейна - 3750 км<sup>2</sup>, густота речной сети составляет 0,25 км/км<sup>2</sup>. Река Салгир, берущая свое начало на склонах массива Чатыр-Даг на высоте около 388 м над уровнем моря, образуется при слиянии двух рек: Ангары и Кизил-Кобы в районе села Перевальное. Питание рек бассейна Салгира – смешанное (снежное – 20 %, дождевое – 50 %, подземные воды – 30 %). Река имеет комплексное водохозяйственное значение, в том числе ирригационное. Средний расход воды в среднем течении составляет около 2 м<sup>3</sup>/с. Салгир впадает в залив Сиваш Азовского моря [3].

Роль геологического строения проявляется через характер подземного стока [7]. В основании Горно-Крымского складчатого сооружения залегают водоупорные флишевые отложения таврической серии (Т<sub>3</sub>-J<sub>1</sub>), выходящие на поверхность на склонах Чатырдага и Демерджи, а также вблизи южной окраины Симферополя. В пределах яйлинских массивов породы таврической серии перекрыты верхнеюрскими конгломератами (J<sub>3</sub>ox-к<sub>m1</sub>) и мощной толщей известняков (J<sub>3t</sub>). Значительная мощность и трещиноватость пород определили широкое развитие в пределах Главной гряды карстовых процессов, а общий наклон пород на север и большая дренированность северного макросклона обусловили большой объем выходящих здесь на поверхность карстовых вод (крупные в Крыму источники Аян, Карасу-Баши). В предгорной полосе распространена единая толща нижнемеловых-плиоценовых, преимущественно известняково-мергельных, отложений, слагающих куэстовые гряды и межгрядовые понижения. Выходящие здесь источники играют дополнительную роль в питании водотоков бассейна р. Салгир, но, с другой стороны, из-за моноклиналиного залегания пород в значительной мере атмосферные осадки и даже речной сток идут на питание водоносных горизонтов Белогорского и частично Альминского артезианских бассейнов [1].

Климат в пределах бассейна реки Салгир изменяется в зависимости от положения той или иной его части: в пределах низко- и среднегорий – влажный, умеренно тёплый с умеренно мягкой зимой; в предгорье – полузасушливый, тёплый с мягкой зимой; в пределах Центрально-Крымской равнины – засушливый, умеренно жаркий с умеренно мягкой зимой. Средняя температура января в предгорной части, где континентальность климата ослабевает, зима мягкая, средняя температура самого холодного месяца изменяется -0,5° (Симферополь) до -2,0°; лето умеренно жаркое, средняя температура июля +21,2°. В горных районах средняя температура января -3,6°С (Караби-яйла), июля – 16,7°С. Среднегодовое количество осадков – 600-800 мм. Здесь большое значение имеют мезоклиматы, существенно меняющие климатические характеристики отдельных территорий [4].

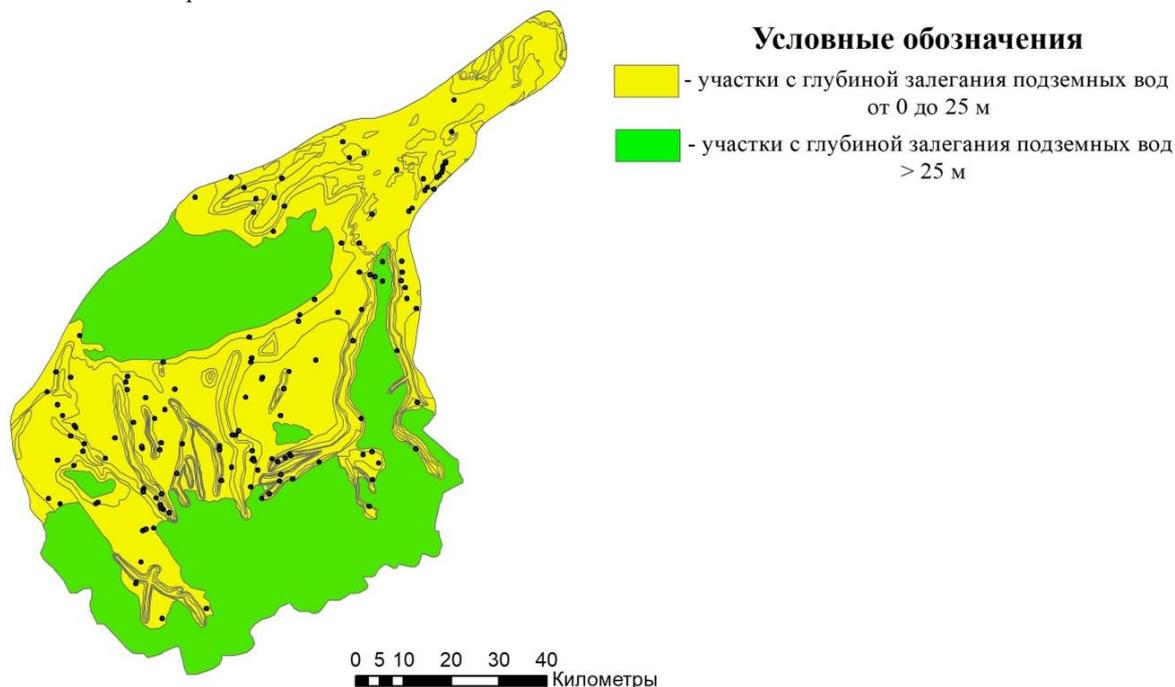
Проведенные нами исследования по районированию условий использования водных ресурсов малых водохранилищ базировались на «Топографических картах времен СССР полуострова Крым» масштаба 1:100000 [5], карте глубин залегания грунтовых вод (первых от поверхности водоносных горизонтов) в пределах бассейна р. Салгир масштаба 1:200000. В исследованиях использовалась работа [6]. Анализ факторов, ставших основой для районирования территории водосборного бассейна реки Салгир, стал возможен при использовании комплекса методов исследования, включая статистическую обработку данных, анализ картографических, литературных и фондовых материалов. Обработка и хранение пространственных данных, создание и визуализация картографических материалов выполнялись с помощью специализированного программного комплекса ArcGIS 10.0.

Анализ цифровой модели рельефа в границах водосборного бассейна р. Салгир позволил обосновать выделение предгорной и горной ландшафтных зон. Основное скопление малых водохранилищ находится в предгорной части полуострова Крым. Совместный анализ схемы распределения водохранилищ в границах водосборного бассейна р. Салгир с картой глубин залегания подземных вод позволил определить наиболее перспективные участки для поиска мелких месторождений подземных вод с искусственным восполнением запасов. Такие перспективные участки выделены по двум главным критериям: наличие водохранилища и малая глубина залегания подземных вод (не более 25 м).

Анализ результатов проведенных исследований позволил провести районирование территории водосборного бассейна реки Салгир и выделить перспективные площади для поиска подземных вод. Перспективная площадь для поисковых работ на подземные воды показана на рис. 1, где отдельные участки, отвечающие указанным поисковым критериям, объединены общим полигоном, который охватывает предгорную часть и

## СЕКЦИЯ 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ

протягивается по долинам наиболее крупных постоянно действующих водотоков. Можно сделать вывод о том, что здесь наибольшая вероятность обнаружения месторождений подземных вод в прибрежных частях искусственных водных объектов (водохранилищ и прудов) пригодных для проектирования и последующего строительства локальных водозаборов.



**Рис. 1** Районирование территории водосборного бассейна р. Салгир по условиям залегания подземных вод

Гидрогеологические условия характеризуются тесной связью глубин залегания подземных вод с высотными отметками рельефа. Эта особенность может быть использована в качестве поискового критерия месторождений подземных вод с искусственным восполнением запасов. В условиях острого дефицита водных ресурсов задача поиска дополнительных источников водоснабжения становится весьма актуальной. Перспективными участками для поиска подземных вод являются прибрежные территории многочисленных искусственных водных объектов (водохранилищ и прудов), где уровни подземных вод залегают на небольших глубинах. Такие территории представлены на карте районирования, на которой выделена зона благоприятная для восполнения запасов подземных вод за счет инфильтрации из поверхностных водных объектов.

Таким образом, результаты проведенных исследований позволяют на территории водосборного бассейна реки Салгир, занимающего Центральную часть Крымского полуострова, проанализировать глубины залегания уровней подземных вод с использованием цифровой модели рельефа. Выводные знания представлены в виде карты районирования водосборного бассейна по условиям залегания подземных вод и приведен поисковый критерий месторождений с искусственным восполнением запасов. Искусственное пополнение запасов подземных вод применяется в регионах с дефицитом водных ресурсов, где понижение уровня грунтовых вод может привести к иссушению земель. Поэтому глубина залегания необходима для восполнения запасов и ресурсов подземных вод. Существуют нормативные требования к качеству воды, подаваемой на пополнение, поэтому необходимо по контрольным скважинам отслеживать ее изменение.

### Литература

1. Гидрогеология СССР. – Т. VIII. Крым / Ред. В.Г.Ткачук. – М.: Недра, 1970. – 364 с.
2. Данилов-Данильян В.И. Потребление воды: экологический, экономический, социальный и политический аспекты / В.И. Данилов-Данильян, К.С. Лосев; Институт водных проблем РАН. - М.: Наука, 2006. — 221 с.
3. Миллер М.Е. Бассейн реки Салгира и его хозяйственное использование / М.Е. Миллер // Известия Крымского отдела Географического общества Союза ССР. Вып.5. – Симферополь: Крымиздат, 1961. – с. 163–196.
4. Поверхностные водные объекты Крыма. Управление и использование водных ресурсов: справочник / Сост. Лисовский А.А., Новик В.А. – Симферополь: КРП «Изд.Крымучпедгиз», 2011. – 242 с.
5. Подробная топографическая карта Крыма // ЭтоМесто.ру - старые карты России и мира онлайн URL: [http://www.etomesto.ru/map-krum\\_topo500center/](http://www.etomesto.ru/map-krum_topo500center/) (дата обращения: 10.01.2018).
6. Позаченюк Е.А. Экологическая экспертиза: природно-хозяйственные системы. — Симферополь, Таврический экологический институт. — 2003. — 405 с.
7. Сидоренко А. В. Геология СССР. – Том VIII. Крым. Полезные ископаемые. / Ред. М.В. Муратов, А.В. Сидоренко, Н.И. Черняк. – М.: Недра, 1974. – 208 с.

**ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОД КОВДОРСКОГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА СТРОНЦИЕМ И ЖЕЛЕЗОМ.**

**Е.С. Кориневская,**

Научный руководитель д.т.н. В.С. Стародубцев

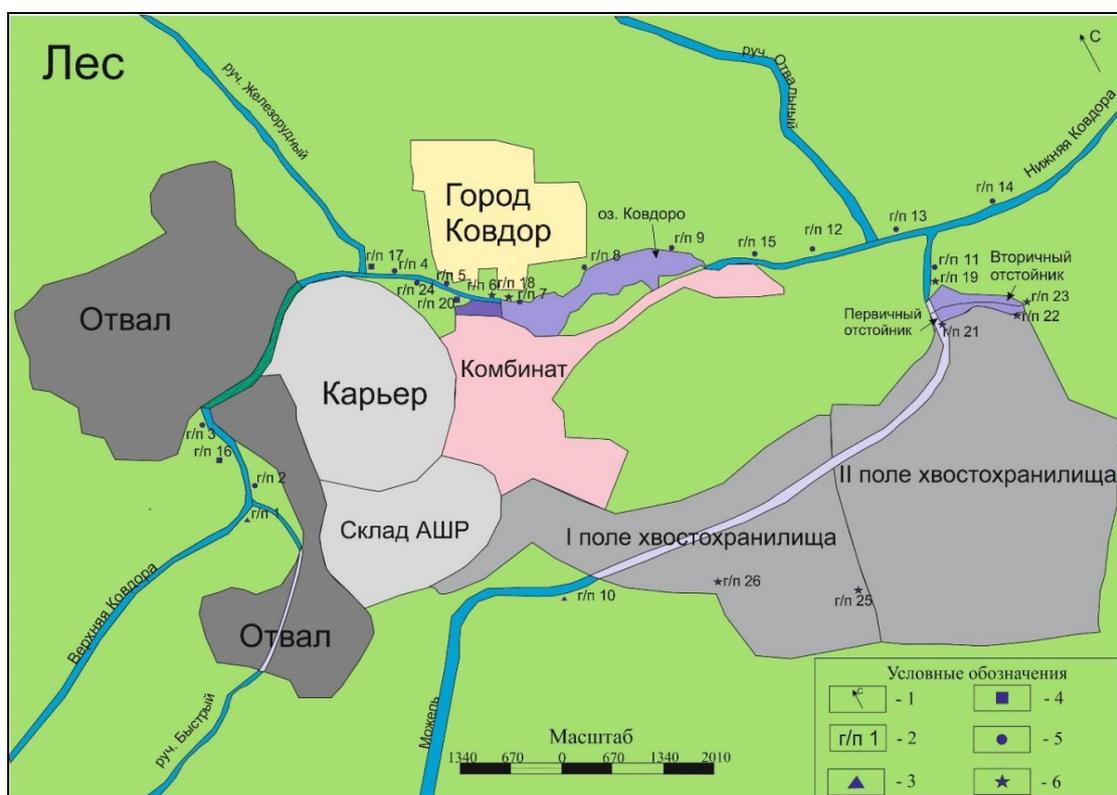
**Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия**

Ковдорский горно-обогатительный комбинат является мощным источником загрязнения окружающей среды, особенно поверхностных и подземных вод [2], которые являются объектом рыбохозяйственной деятельности человека [3].

Объектом исследования являются поверхностные и подземные воды в районе влияния Ковдорского горно-обогатительного комбината. Предмет исследования: эколого-гидрохимическое состояние поверхностных и подземных вод в районе влияния Ковдорского горно-обогатительного комбината.

Цель исследования: дать характеристику загрязнения вод Ковдорского горно-обогатительного комбината стронцием и железом.

Мониторинг состояния подземных и поверхностных вод Ковдорского горно-обогатительного комбината осуществляется ежемесячно по 26 гидропостам, расположение которых представлено на рисунке 1. Характеристика загрязнения за 2013 год проводилась по усредненным данным на каждом из гидропостов [1].



1 – Направление на север, 2 – номер гидропоста, 3 – природные поверхностные воды, 4 – дренажные воды, 5 – поверхностные природно-техногенные воды, 6 – поверхностные техногенные воды.

**Рис. 1** Схема распределения гидропостов

Анализ содержания стронция представлен на рисунке 2. Содержание Sr на гидропостах, контролирующих состояние природных поверхностных вод не превышает предельно-допустимые концентрации (0,4 мг/л), и колеблется от 0,1 мг/л до 0,2 мг/л.

На гидропосту №20 (восточный куст водопонижающих скважин) наблюдается превышение предельно-допустимых концентраций в 3 раза. Такое превышение стронция связано с откачкой воды из карьера, где в породах (апатит) наблюдается повышенное содержание данного элемента.

В поверхностных природно-техногенных водах минимальная концентрация стронция на гидропосту № 8 (0,3 мг/л), максимальное – 2,9 мг/л гидропост № 24. Влияние на гидропост оказывают воды из карьера, где они обогащаются благодаря залегающему там апатиту.

Содержание стронция в поверхностных техногенных водах колеблется от 1,7 мг/л (гидропост №23) до 2,4 мг/л (гидропост №18), при предельно-допустимой концентрации 0,4 мг/л. Столь высокое содержание Sr на гидропосте № 18 обуславливается с его близким расположением к отстойнику от ТЭЦ, которая в свою очередь работает на угле.

## СЕКЦИЯ 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ

Таким образом, средние концентрации стронция на территории Ковдорского горно-обогатительного комбината колеблются от 0,1 мг/л до 3 мг/л. Главными объектами, влияющими на содержание элемента, являются отстойник с ТЭЦ и вмещающие породы.

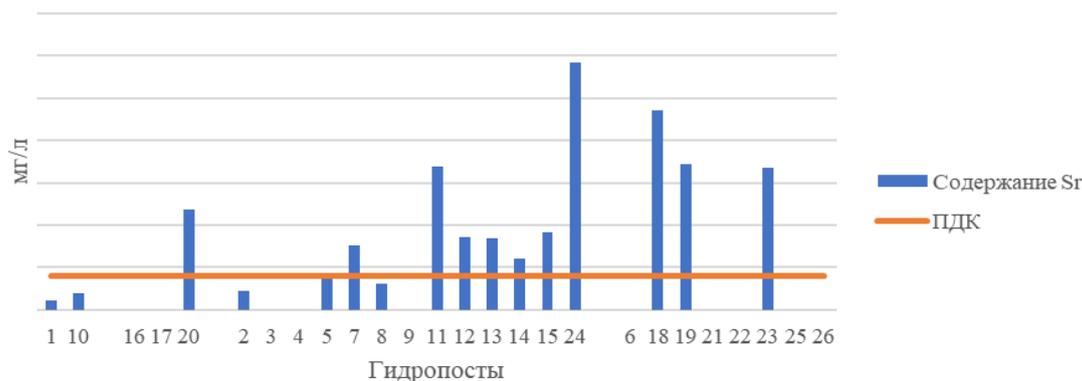


Рис. 2 Содержание Sr на гидропостях

Содержание железа за 2013 год на территории Ковдорского горно-обогатительного комбината представлено на рисунке 3. Минимальное содержание Fe наблюдается в природных поверхностных водах 0,1 мг/л, максимальное в поверхностных техногенных водах 0,06 мг/л. Таким образом, можно сделать вывод о том, что железо не является загрязняющим элементом в водах Ковдорского горно-обогатительного комбината.

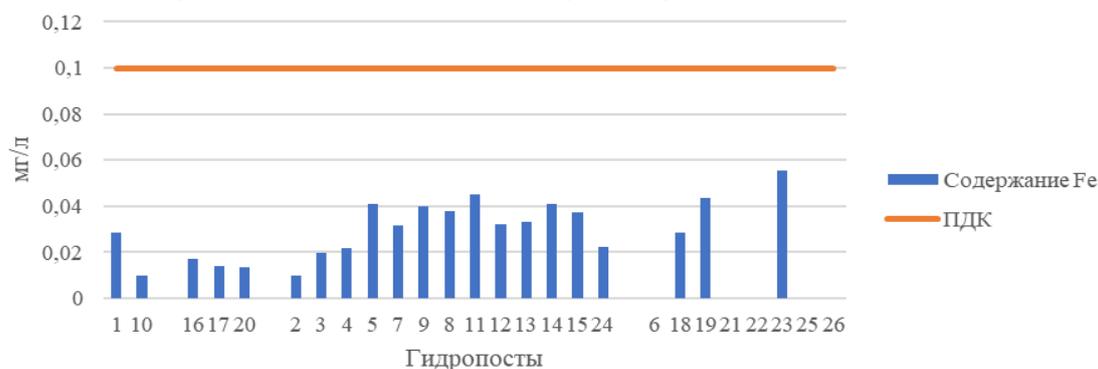


Рис. 3 Содержание Fe на гидропостях

В качестве природоохранных мероприятий можно предложить переход ТЭЦ на более экологическое топливо, например, газ, тем самым снизить содержание стронция в водах Ковдорского горно-обогатительного комбината.

### Литература

1. Кориневская, Екатерина Сергеевна. Изучение загрязнения поверхностных вод металлами в районе влияния Ковдорского горно-обогатительного комбината за 2015 год / Е.С. Кориневская, Д.А. Белозеров // Комплексные проблемы техносферной безопасности: материалы Международной научно-практической конференции (г. Воронеж, 11-12 ноября 2016 г.). – Воронеж, 2016. – Ч. 3. – С. 128–132. – 0,3 п.л.
2. Косинова, Ирина Ивановна. Проблемы экологического состояния подземных вод в зоне влияния горнодобывающего предприятия / И.И. Косинова, Е.М. Репина // Водные и лесные ресурсы России: проблемы и перспективы использования, социальная значимость: сборник статей. – Пенза, 2006. – С. 24–27. – 0,3 п.л.
3. Приказ Минсельхоза России от 30.10.2014 N 414 "Об утверждении правил рыболовства для Северного рыбохозяйственного бассейна" (Зарегистрировано в Минюсте России 01.12.2014 N 35043). – 1 с.

### ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАЛИВА ИМПИЛАХТИ И ЧАСТИ ЕГО ВОДОСБОРНОЙ ПЛОЩАДИ

А.К. Ляховская, А.С. Шибаева, Д.А. Горбунцов  
Научный руководитель доцент И.И. Подлипский

Санкт-Петербургский Государственный Университет, г. Санкт-Петербург, Россия

В настоящее время разработаны методы эколого-геологической оценки состояния внутренних водоемов с помощью комплекса методов литогеохимической съемки прилегающих территории и биоиндикации по макрозообентосу. При этом соответствующими методами подсчета определяются биотические индексы водоема,

которые являются интегральной оценкой его экологического состояния. Разные индексы дают достаточно большой разброс в результатах оценки, поэтому возникает необходимость проверки достоверности методов подсчета при помощи совместного анализа с литогеохимическими данными [4].

Сбор макрозообентоса осуществлялся в июне 2017 г. по стандартной методике [5]. Всего произведено 15 заборов бентосных проб (рис.1). Рассчитаны различные биотические индексы, основанные на структурных характеристиках сообщества макрозообентоса (табл. 1). При определении содержания тяжёлых металлов в компонентах среды использованы модификации стандартных рекомендаций по геохимическим методам поиска месторождений полезных ископаемых [1]. Для дополнительной оценки влияния содержания тяжёлых металлов в компонентах среды на биоту применены методы биотестирования. В качестве тест-объекта использованы семена редиса [2]. На некоторых участках также применена стандартная методика оценки качества среды по показателю флуктуирующей асимметрии *Betula sp.* [3].

Таблица

Результаты оценки экологического состояния водоемов и прилегающих к ним территорий

№ участка	Биотические индексы, усл.ед.				Zc донных отложений	Класс токсичности (по ИТФ)	
	Индекс Вудивисса	Индекс Гуднайта Уитля, %	Индекс Бекка	ВВИ-индекс		вода	почва
3.1	7	60	5	3	1.6	средняя	-
3.2	2	84	3	2	∅	высокая т.	норма
3.3	7	19	8	4	∅	высокая т.	норма
3.4	6	2	3	3	∅	высокая т.	стимуляция
3.5	7	1	8	4	∅	низкая т.	-
3.6	5	47	7	4	∅	-	-
6.4.1	4	∅	3	3	13	-	-
6.4.2	4	11	4	3	3.1	-	-
8.3.1	6	∅	3	3	∅	высокая т.	-
8.3.2	6	∅	4	4	∅	-	-
7.1	4	35	4	3	∅	-	-
7.2	2	11	2	2	4.1	-	-
7.3	7	22	4	4	∅	-	-
7.4	6	23	7	5	∅	-	-
7.5	6	14	6	5	∅	-	-
10.4.1	8	13	7	5	1.7	высокая т.	-
10.4.2	5	∅	3	3	6.6	высокая т.	-
10.4.3	6	3	6	4	1.2	высокая т.	-

Примечания: № объекта – расположение см. рис. 1; «∅» - расчет Zc не проводился в связи с отсутствием превышений фоновых содержаний тяжелых металлов в почвах

Область эколого-геологической оценки определена с опорой на бассейновый подход. Выделение бассейнов ручьёв осуществлено с помощью цифровой модели рельефа посредством ГИС-технологий. Наиболее подробно исследован бассейн ручья Виталаммена (табл. 1, точки 3.1-6.4.2), в который сбрасываются неочищенные канализационные сточные воды пос. Импилахти. В точке 3.2 рядом с местом сброса по биотическим индексам выявлено тяжелое загрязнение. Здесь водоток испытывает нагрузку, связанную с присутствием избыточного количества органического вещества. Ниже по течению экосистема самовосстанавливается, и только после пересечения ручья автодорогой (точка 3.6) состояние бентического сообщества снова ухудшается. В месте впадения ручья в залив вода по качеству оценивается как «чистая». Данные биоиндикации возможно соотнести с данными биотестирования. Повышение класса токсичности воды до «высокого» наблюдается в месте сброса (точка 3.2) и сохраняется на некотором расстоянии вниз по течению (точки 3.3-3.4). При этом токсичность почвы на данном участке находится в пределах нормы.

Почти во всех местах отбора проб почвы, горных пород и донных отложений отсутствует загрязнение тяжёлыми металлами. Только в точке 6.4.1 ситуация отличается. Медианное значение Zc в почвах профиля достигает 16, что относится к среднему уровню полиэлементного загрязнения. Донные отложения ручья также незначительно загрязнены (Zc = 13), и это загрязнение максимально относительно прочих водотоков. Ниже по течению обстановка стабилизируется, загрязнение отсутствует.

Исследование макрозообентоса в протоке из оз. Неувосенлампи (точки 10.4.1-10.4.3), и в руч. Безымянном 1 и 2 (точки 8.3.1, 8.3.2) не выявило загрязнения воды, что также отражается на состоянии почв и донных отложений («допустимая» категория загрязнения). Однако данные биотестирования демонстрируют высокую токсичность воды на этих участках. Возможно, представленные расхождения свидетельствуют об ошибках в применении методики либо в изначально неверной её модификации.

## СЕКЦИЯ 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ

Оценка качества почвы и воздуха по флуктуирующей асимметрии листа *Betula sp.*, в целом, согласуется с данными других анализов и служит подтверждением результатов на обследованных по этому методу профилях.

По результатам биоиндикации, воды зал. Импилахти во всех точках не загрязнены или относятся к «умеренно загрязнённым». Точка 7.1 находится ближе всего к пос. Импилахти, что, вероятно, и сказывается на состоянии донного сообщества в данном месте: расположена поселковая лодочная станция. Прочие места отбора проб характеризуются как «чистые». К таковым относится и точка 7.5 вблизи рыбноводческой фермы, хотя разведение рыб часто негативно отражается на водной экосистеме.

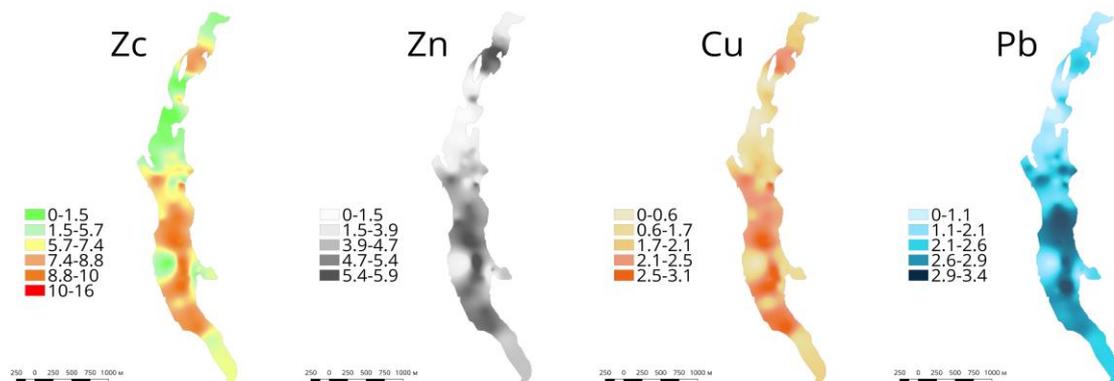


Рис. 1 Схемы распределения суммарного показателя загрязнения и коэффициентов концентрации тяжёлых металлов в донных отложениях

Уровень полиэлементного загрязнения донных отложений залива Импилахти (рис. 1) колеблется в пределах «низкого» уровня ( $Zc \leq 10$ ). В акватории залива можно выделить две зоны накопления тяжёлых металлов, одна из них расположена вблизи пос. Импилахти. Другая зона занимает по площади значительную часть залива, где наблюдаются максимальные глубины. Наиболее значимые превышения концентрации относительно фоновых значений отмечены для цинка. Это может быть связано с тем, что по гранулометрическому составу донные отложения в зал. Импилахти относятся к глинам и суглинкам, которые, в свою очередь, достаточно сильно удерживают цинк, понижая его растворимость в природных условиях. На данный момент стоит продолжить отслеживать динамику накопления тяжёлых металлов в заливе Импилахти.

Наиболее загрязнённым водным объектом в бассейне залива Импилахти можно считать ручей Витатамной, где осуществляется сброс неочищенных канализационных вод. Содержание тяжёлых металлов в компонентах среды определяется региональным фоном. В целом, в районе залива Импилахти экологическое состояние водных объектов можно считать благополучным, при этом необходимо установление должного контроля антропогенной нагрузки в местах загрязнения водоемов.

### Литература

1. Ворошилов В.Г. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых: учебное пособие. Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2011. 104 с.
2. ГОСТ Р ИСО 22030-2009. Качество почвы. Биологические методы. Хроническая фитотоксичность в отношении высших растений
3. Захаров В.М. и др. Здоровье среды: методика оценки. М.: Центр экологической политики России, 2000. 68 с.
4. Подлипский И.И., Ляховская А.К., Шибяева А.С., Горбунцов Д.А., Ващенко И.В., Теленкова А.П., Холматов Ш.Р. Сравнительный анализ применимости различных биотических индексов при оценке состояния природных и техногенных объектов // Геология, геоэкология и ресурсный потенциал Урала и сопредельных территорий. Уфа: ФГБУН Институт геологии Уфимского научного центра РАН, № 5, 2017, с. 421–424.
5. Чертопруд М.В. Мониторинг загрязнения водоемов по составу макрозообентоса. Методическое пособие. М.: Ассоциация по химическому образованию, 1999, 231 с.

### ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА ГРУНТОВ (ВОДНОЙ ВЫТЯЖКИ) СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Е.А. Михайлова

Научный руководитель доцент А.А. Хващевская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

При проведении мероприятий по улучшению плодородия почв сельскохозяйственного назначения производится привнесение в них удобрений различного химического состава с целью повышения плодородия почв. Компоненты состава удобрений имеют разнообразную способность к накоплению в почвах и выведению из них, что в дальнейшем не может не повлиять на химический состав почв территории.

В связи с тем, что в настоящее время значительная часть сельскохозяйственных территорий отводится под строительство зданий всевозможного назначения, необходимо контролировать присутствие в почвах компонентов,

оказывающих негативное воздействие на материалы и конструкции зданий. При этом важно проследить изменение концентрации этих компонентов, как в приповерхностном слое, так и на глубине.

Цель работы - изучить особенности распространения водорастворимых компонентов состава почв по глубине.

В основу работы положены материалы по исследованию химического состава водных вытяжек (ВВ) из почв, отобранных на территории Томского района. Средний химический состав ВВ из почв представлен в работе [3]. Анализ водных вытяжек проведен в ПНИЛ гидрогеохимии НОЦ «Вода» ИШПР ТПУ. На указанной территории отобрано 11 проб с глубины от 0,5 м до 12 м.

Поскольку в грунтах, как и в любой природной среде, все процессы и явления взаимосвязаны друг с другом, при рассмотрении распределения химических компонентов по глубине четко прослеживается изменение содержания одних компонентов при поступлении других в водные вытяжки. Особенности распределения ряда компонентов ВВ из почв, вызывающих агрессивные свойства почв и в свою очередь входящих в состав минеральных удобрений и поступающих в почвы при агрохимических процессах представлены на рис. 1 (А-В).

Согласно литературным данным [1], к основным минеральным удобрениям в первую очередь относятся азотные удобрения, представленные аммиачными формами азота. Такие удобрения включают в себя сульфат аммония, хлористый аммоний, аммиачная селитра, жидкие аммиачные удобрения и др. Распределение азотосодержащих компонентов в ВВ исследуемых почв, представленных ионом аммония и нитрат-ионом, показано на рис. 1 Б. Из него видно, что на глубине до 5 м нитрат-ион имеет высокое значение при максимальном содержании 9,3 мг/кг, тогда, как после 5 м в почве наблюдается преобладание  $\text{NH}_4^+$  над  $\text{NO}_3^-$ . Возможно, это связано с уменьшением количества кислорода с глубиной, в результате чего нитрификация проходит медленно, и как следствие количество иона-аммония увеличивается, а количество  $\text{NO}_3^-$  уменьшается. Эта особенность поведения азотистых соединений отмечается в работе В.И. Маркова [4]. При этом наибольшее количество  $\text{NO}_3^-$  и наименьшее  $\text{NH}_4^+$  наблюдается на глубине 1,5 м, что может быть связано со временем отбора проб. Так как отбор данных проб производился в октябре-ноябре, и кроме того, на данной территории почвы характеризуются непромывным режимом, то под влиянием осенних осадков или талых вод, образуемых в результате наличия неустойчивого снежного покрова, нитраты опускаются в нижние горизонты почв.

Сульфат-ион, входящий в состав аммиачных удобрений, довольно часто привносится в почву при ее сельскохозяйственном возделывании, в результате чего он вступает в обменную реакцию с образованием сульфата кальция, что может обуславливать обратную зависимость концентрации кальция и сульфатов в почве на различных глубинах (рис 1В), из которого при растворении выделяются сульфат-ионы [2]. Кроме того, сульфат-ионы также могут появляться под влиянием серобактерий при окислении  $\text{H}_2\text{S}$ , который образуется в результате гниения органических удобрений. На рисунке 1 А, В эта особенность отражается обратной зависимостью содержания сульфат-иона и органического вещества в грунтах.

Органические минеральные удобрения, к которым относится навоз, птичий помет, навозная жижа, торф, компосты, опилки, привносят в почву органические вещества, концентрация которых может варьировать в достаточно широких пределах [1]. Уменьшение органического вещества в почве происходит за счет его окисления микроорганизмами с образованием углекислоты. При этом в зависимости от интенсивности процессов окисления органического вещества, в результате изменения значений pH от 6,7 до 7,8 единиц происходит колебание количества гидрокарбонатов в вытяжке [2], что можно увидеть на рисунке 1 А. Так, при уменьшении органического вещества на глубинах 1 и 2 м происходит резкое увеличение содержания гидрокарбонат-иона, а при увеличении органического вещества на глубине 1,5 м происходит резкое снижение их количества.

Количество гидрокарбонат-иона в почве так же взаимосвязано с количеством агрессивной углекислоты в них. Эта взаимосвязь проявляется в том, что при увеличении количества агрессивной углекислоты происходит уменьшение гидрокарбонат-иона, что связано с тем, что, не находясь в равновесном состоянии агрессивная углекислота, вступает в реакцию с углекислым кальцием, в результате чего происходит образование гидрокарбонатов [2]. Данную зависимость можно увидеть на рисунке 1 В, где при увеличении содержания гидрокарбонат-иона на глубине 1 м происходит уменьшение агрессивной углекислоты, после чего на глубине 1,5 м происходит резкое снижение содержания гидрокарбонат-иона в почвах с последующим его увеличением до значений 457 мг/кг на глубине 12 м. В то же время на глубине 1,5 м происходит увеличение содержания агрессивной углекислоты, с дальнейшим его снижением начиная с глубины 2 м.

С количеством гидрокарбонатов так же связано количество кальция [2], особенно в ВВ. Так, чем больше гидрокарбонатов в ВВ, тем больше ионов кальция вытесняется в водный раствор с грунтов, что видно на рис. 1 В, где при увеличении количества гидрокарбонатов на глубинах 1 м и 2,5 м происходит увеличение количества ионов кальция от четырех до десяти раз.

Еще одной особенностью нахождения кальция в ВВ является зависимость его содержания от количества одновалентных катионов, таких как  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$ . Эта зависимость обусловлена уровнем влажности почвы и показана в работе [2]. В исследуемых ВВ при увеличении содержания в них едких щелочей на глубине 1,5 м количество кальция уменьшается (Рис 1Б и 1В), что говорит о смещении равновесия в его сторону, и невысокой влажности почв, а на глубине 2 м наоборот, происходит резкое уменьшение содержания натрия и калия и увеличение содержания кальция, что возможно связано с ростом влажности почв на данной глубине.

Увеличение содержания натрия и калия в грунтах с глубины 5 м (рис. 1Б) может быть обусловлено подщелачиванием почв, начинающееся в результате восстановления сернокислых солей сульфатредуцирующими бактериями в присутствии органического вещества [2].

Наряду с натрием и калием в больших количествах из почвы вымывается магний, как при интенсивном применении орошения, так и с осадками, что связано с его достаточно высокой растворимостью [2]. Это и могло стать причиной невысоких концентраций данного компонента в почве, что прослеживается на рисунке 1Б. Проанализировав распределение магния в почве, можно сказать, что на глубине 2 м может присутствовать

## СЕКЦИЯ 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ

геохимический барьер, в результате которого с глубины двух до глубины примерно 2,5 м происходит резкое увеличение содержания магния в грунтах. Та же закономерность прослеживается на примере хлора (рис 1А), содержание которого с глубины 2 м до глубины 2,5 м увеличивается более чем 3 раза.

На количество хлор-иона в почвах сельскохозяйственных угодий, и его распределение с глубиной так же активно влияет привнос калийных удобрений (хлористый калий, сернокислый калий и др.) [2], поскольку при добавлении хлористого калия происходит химическая реакция с образованием хорошо растворимого хлорида кальция [5]. Это может послужить причиной колебания хлора на глубинах от 0,5 до 2 м (рис. 1А).

От содержания органического вещества в почве, являющегося основой для появления микроорганизмов, зависит количество железа в почве, что можно наблюдать на рисунке 1А. Это связано с переходом железа в окисную форму при участии микроорганизмов, которое является растворимым лишь в сильнокислой среде [5].

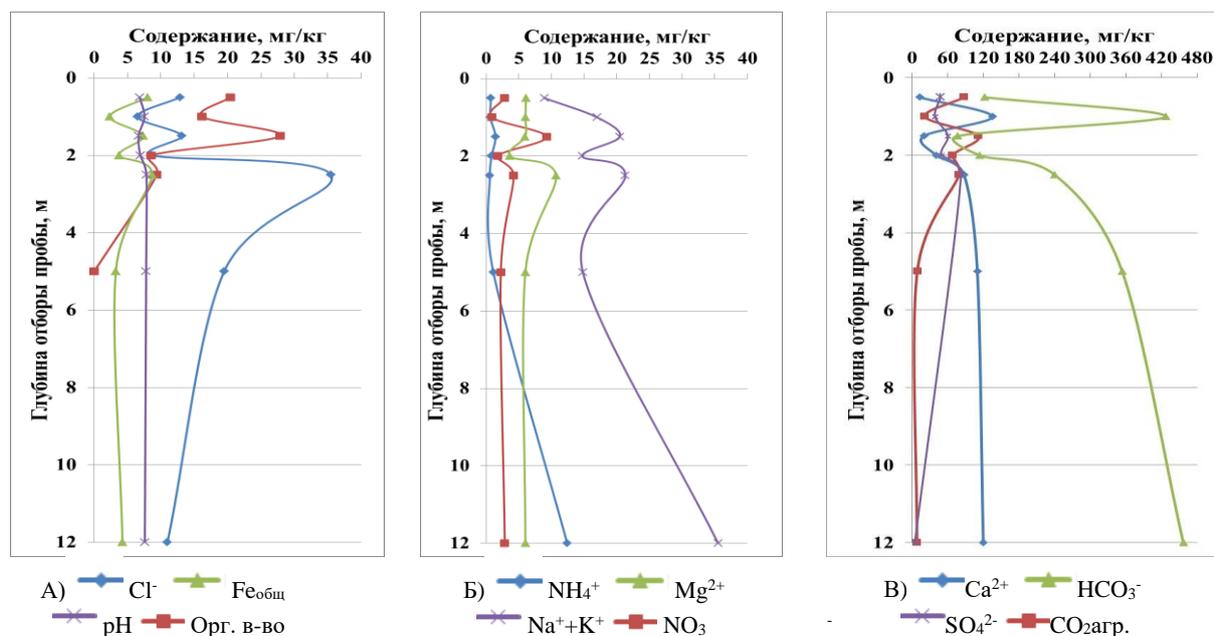


Рис. 1 Распределение химических компонентов водной вытяжки из почв по глубине отбора образцов: А) хлорид-ион, железо общее, водородный показатель и органическое вещество; Б) азотосодержащие вещества, ионы магния, натрия и калия; В) карбонат- и гидрокарбонат-ионы, ион кальция и сульфат-ион

Таким образом, проведенные исследования показали, что все компоненты состава водной вытяжки имеют неравномерное распределение с глубиной, что связано как с антропогенным фактором – привнесом удобрений в целях повышения плодородия почвы, так и с естественными условиями, которые заключаются в особенностях природных условий территории и взаимодействия компонентов почв друг с другом.

### Литература

1. Авдонин Н.С. Агрохимия. М.: Изд-во МГУ, 1982. - 344 с.
2. Возбуцкая А.Е. Химия почвы. Изд. 3-е, испр. и доп. М.: Высшая школа, 1968. - 428 с.
3. Михайлова Е.А. Химический состав водной вытяжки грунта застраиваемых территорий // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XXI Международного симпозиума студ., аспирантов и молодых ученых. – Томск, 2017. – Т.1. – с. 556–558.
4. Марков В.И. Усовершенствование методики определения нитрификационной способности почв по методу Кравкова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – Барнаул, 2015. – с. 43–47.
5. Орлов Д.С. Химия почв: Учебник / Д.С. Орлов, Л.К. Садовникова, Н.И. Суханова. – М.: Высш. шк., 2005. – 558 с.

### ГИДРОГЕОХИМИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД МАЛКИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (КАМЧАТСКИЙ КРАЙ)

А.И. Нургалиева

Научный руководитель профессор, д. г.-м. н. Н.А. Харитоновна

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

Объектом научного исследования являются углекислые минеральные воды Малкинского месторождения которое расположено в Елизовском административном округе Камчатского края РФ. По своему ионному и газовому составу воды месторождения являются аналогом широко известным типам вод: эссенукийскому и дарасунскому. В 2011 году они были выделены в отдельный гидрохимический тип вод – «Малкинский». Биологически активными компонентами являются, в мг/л: Feобщ. (10-20), Н<sub>3</sub>ВО<sub>3</sub> (60-100) и СО<sub>2</sub> (1800-2200).

Формирование и циркуляция углекислых минеральных вод Малкинского месторождения происходит преимущественно в водоносных комплексах образований неогенового и верхнемелового возраста. Водовмещающие породы представлены осадочными и туфогенно-осадочными отложениями, прорванными интрузивными телами различного состава и возраста. Породы в разной степени трещиноватые, разбиты многочисленными тектоническими нарушениями на блоки. В зонах нарушений отложения, как правило, раздроблены и обладают повышенной (по сравнению с блоками) проницаемостью. Это предопределяет преимущественно трещинно-жильный характер циркуляции подземных вод. Малкинское месторождение углекислых минеральных вод относится к типу трещинно-жильных в горно-складчатых структурах, с трещинно-жильными условиями фильтрации в осадочных и терригенно-осадочных, в различной степени метомарфизированных породах с высокой анизотропией фильтрационных свойств и ограниченными тектоническими зонами распространением минеральных вод определенного состава и минерализации. Условно выделяются две зоны водообмена: зона свободного водообмена (до глубины 100-250 м); зона затрудненного водообмена (глубина более 200 м) [2].

Углекислые минеральные воды района исследования по минерализации делятся на две группы: первая группа – высокоминерализованные воды (5 – 32 г/л); вторая группа – воды невысокой минерализации (2 – 5 г/л) [1]. Высокоминерализованные воды локализованы к востоку от Главного Камчатского Разлома (ГКР), а воды невысокоминерализованные воды разгружаются к западу от ГКР. Установлено, что для вод, локализованных к востоку от ГКР характерны минимальные удельные дебиты – 0,004 л/с, а воды, разгружающиеся к западу от ГКР имеют более высокий удельный дебит – 0,34 л/с. Взаимодействие между скважинами, пробуренными на первый и второй типы вод отсутствует.

Впервые для рассматриваемых вод получен широкий ряд микроэлементов. Полученные результаты свидетельствуют, что обе группы вод резко различаются по содержанию микрокомпонентов (рис. 1). Концентрации практически всех микроэлементов в низкоминерализованных водах значительно ниже чем в высокоминерализованных. Однако, оба типа вод обогащены литием, стронцием, барием, хромом, марганцем, мышьяком, рубидием и свинцом. Различия в содержаниях компонентов варьирует в зависимости от элемента, но в среднем оно составляет примерно 4 раза.

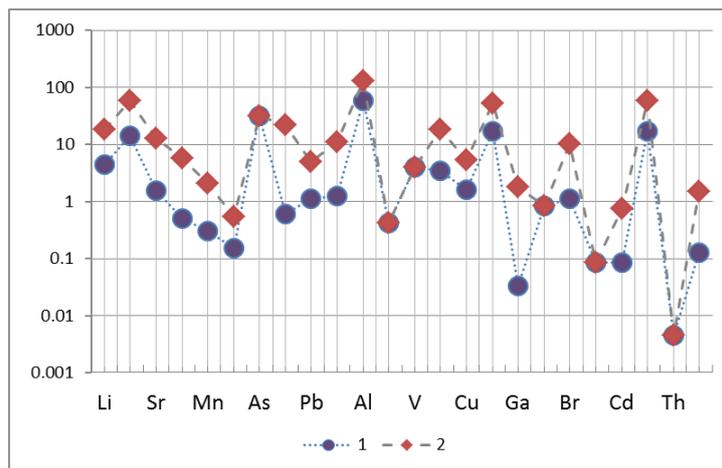


Рис. 1 Распределение микрокомпонентов в минеральных водах месторождения Малкинское: 1 – минеральные воды с минерализацией 2-5 г/л; 2 – минеральные воды с минерализацией до 5-32 г/л

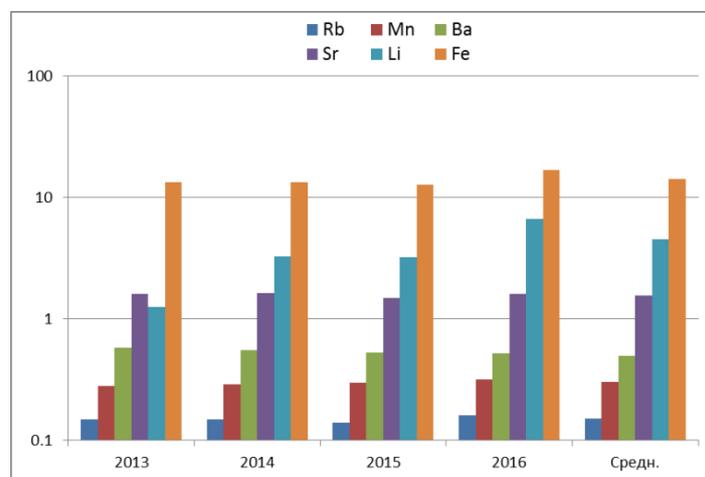


Рис. 2 Временные вариации изменения содержаний некоторых микрокомпонентов в минеральных водах 2-го типа (минеральные воды с минерализацией 2-5 г/л)

## СЕКЦИЯ 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ

Изотопные исследования свидетельствуют (рис. 3), что воды первого типа являются глубинными с медленным периодом циркуляции, а воды второго типа имеют метеорное происхождение с быстрым периодом водообмена.

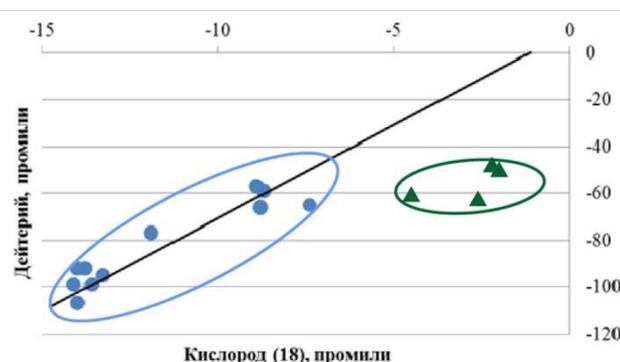


Рис. 3 Зависимость кислорода – 18 от дейтерия (синий контур – область вод метеорного происхождения; зеленый контур – область вод глубинного происхождения; черная линия – линия Крейга)

Основным компонентом газовой фазы углекислых минеральных вод Малкинских источников является углекислый газ (более 98 об.%), а второстепенными газами – азот, кислород, инертные газы. Объем второстепенных газов не превышает 2 об.% [2]. Проведенные исследования показывают, что кислород и азот имеют атмосферное происхождение, а углекислый газ – глубинное. Гелий и аргон в зоне активного водообмена являются атмосферными, а в зоне затрудненного водообмена гелий – преимущественно глубинный.

Гидрогеохимические особенности вод обусловлены не только различием в их областях питания и времени циркуляции, но также интенсивностью взаимодействия минеральных вод с водовмещающими породами и газовой фазой. Высокое содержание газовой фазы в минеральных водах увеличивает скорость и интенсивность реакций растворения водовмещающих пород, а также способствует эффекту «газлифт».

Таким образом, проведенные исследования показывают, что углекислые минеральные воды Малкинского месторождения можно разделить на две группы: воды высокой минерализации; воды невысокой минерализации. Для каждой из групп характерны свои химические, изотопные особенности, а также каждая группа имеет свой генезис. Основной компонент газовой фазы минеральных вод имеет глубинное происхождение. Газовая фаза в минеральных водах влияет на скорость и интенсивность реакций с водовмещающими породами.

### Литература

1. Нургалиева А.И. Основные черты распределения редкоземельных элементов в водах полуострова Камчатка / А.И. Нургалиева, Г.А. Челноков, А.В. Асеева // Проблемы геологии и освоения недр: труды XX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, Томск, 1-6 Апреля 2016 г.: в 2 т. – Томск: Изд-во ТПУ, 2016. – 821 с.
2. Харитонов Н.А. Углекислые минеральные воды северо-востока Азии: происхождение и эволюция. Автореферат дис...доктора геолого-минералогических наук: 25.00.07 / Национальный исследовательский Томский политехнический университет. Томск. – 2013. – 46 с.

## УГЛЕКИСЛЫЕ ЛЕЧЕБНЫЕ ВОДЫ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

О.В. Омельченко

Научный руководитель профессор Т.А. Кондюрина  
Южно-Российский государственный политехнический университет (Новочеркасский политехнический институт) имени М.И. Платова, г. Новочеркасск, Россия

Изучение минеральных вод заключается в установлении происхождения и формирования лечебных вод и вод промышленного значения, их распространение и способы наилучшей эксплуатации. Среди минеральных лечебных вод группа углекислых является одной из наиболее ценных.

В настоящее время минеральными лечебными водами принято считать воды, содержащие в повышенных концентрациях те или иные минеральные (реже органические) компоненты и газы и/или обладающие какими-либо специфическими физическими свойствами (радиоактивностью, активной реакцией и др.) благодаря которым эти воды оказывают на организм лечебное действие [1]. При этом все лечебные воды по характеру использования подразделяются на две категории - питьевые и бальнеологические (наружное применение). Среди питьевых вод, в свою очередь, по величине минерализации выделяются лечебно-столовые (М до 8 г/л) и лечебные (М 8-20 г/л).

Общепризнанно, что среди минеральных лечебных вод группа углекислых является одной из наиболее ценных. Углекислые воды оказывают активное лечебное воздействие как при внутреннем, так и при наружном применении в виде углекислых ванн. В первом случае, согласно принятым нормам, концентрация  $\text{CO}_2$  должна быть более 0,5 г/л, а во втором - не менее 1 г/л.

Характерной особенностью большинства месторождений и проявлений углекислых вод служит их приуроченность к районам современной или молодой вулканической деятельности, где существуют благоприятные условия для образования  $\text{CO}_2$  термометаморфическим путем, а также для восходящей миграции углекислых флюидов мантийного происхождения. Поэтому провинциями углекислых вод являются альпийские горные сооружения, современные геосинклинальные системы, а также древние орогены, омоложенные и активизированные в кайнозое. Это - Карпаты, Кавказ, Памир, Тянь-Шань, Восточные Саяны, Забайкалье, Сихотэ-Алинь, Курильские острова, Камчатка.

Инъекция в подземные воды углекислоты имеет двойкие гидрогеохимические последствия:

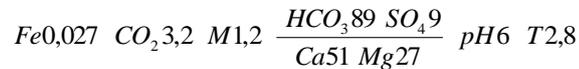
1) при растворении  $\text{CO}_2$  в воде появляются гидрокарбонатные ионы, в результате чего исходные сульфатные и хлоридные воды могут преобразовываться в гидрокарбонатно-сульфатные и гидрокарбонатно-хлоридные;

2) повышается агрессивность вод по отношению к карбонатам и алюмосиликатам, что вызывает поступление в раствор ионов кальция, натрия или магния и как возможное следствие - активизацию обменно-адсорбционных процессов в терригенных породах.

В настоящее время известно около 30 типов минеральных углекислых вод. Большинство из них относятся к четырем классам: гидрокарбонатному, сульфатно-гидрокарбонатному (гидрокарбонатно-сульфатному), хлоридно-гидрокарбонатному (гидрокарбонатно-хлоридному), хлоридному.

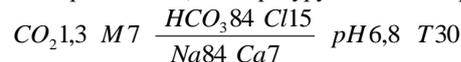
В классе гидрокарбонатных вод ( $\text{HCO}_3 > 80\%$ ) выделяются два основных подкласса: кальциевый, магниевый-кальциевый (типа Дарасуна) и натриевый (типа Боржоми).

Состав воды:



По генезису это инфильтрационные воды, формирующиеся в результате процессов выщелачивания.

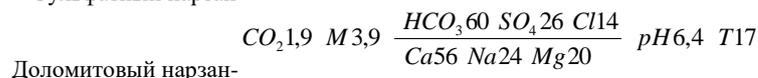
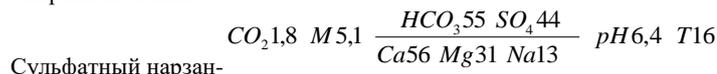
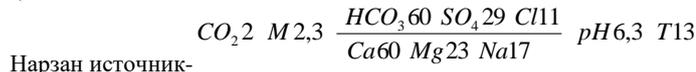
Гидрокарбонатные натриевые воды типа Боржоми имеют минерализацию 3-15, иногда до 25-57 г/л, содержание  $\text{CO}_2$  1-2,6 г/л, гидрокарбонатов натрия до 90%, температуру 30-40°C. Формула Курлова:



Воды боржомского типа широко представлены на Кавказе (Дилижан, Авадхара, Уцера, и др.), в Предкавказье и в Закарпатье (Поляна Квасова, Новая Поляна, Пассика и др.). Происхождение углекислых содовых вод типа Боржоми - инфильтрационное.

Типичными представителями сульфатно-гидрокарбонатных вод являются кисловодские нарзаны, принадлежащие к системе КМВ.

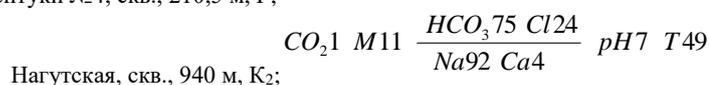
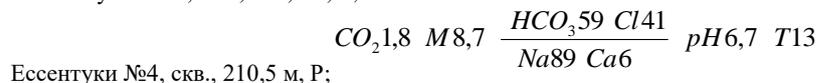
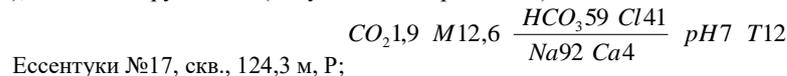
Минерализация их изменяется от 2 до 7 г/л, концентрация  $\text{CO}_2$  1-2,8 г/л, среди катионов преобладают щелочноземельные компоненты, иногда заметную роль играет натрий. Углекислые воды залегают в интервале глубин от 55 до 509 м в доломитизированных известняках нижнего мела (валанжина) и подстилающих песчаниках верхней юры (волжского яруса). Химический состав вод в Кисловодске:



Генезис сульфатов, по всей вероятности, связан с выщелачиванием гипса из волжских отложений.

Хлоридно-гидрокарбонатные и гидрокарбонатно-хлоридные углекислые с содержанием  $\text{CO}_2$  до 2,7 г/л и минерализацией 3-38 г/л представляют особый лечебный интерес. Они связаны со слабо промытыми осадочными морскими толщами нормальной солености, слагающими чехол артезианский бассейнов, расположенных в пределах преимущественно кайнозойских горно-складчатых сооружений (Карпаты, Кавказ, Памир, Камчатка, Сахалин), реже - молодых эпигерцинских плит. По величине минерализации и ионно-солевому составу в этом классе выделяется три основных типа вод: Эссентукский, Сойминский и Арзнинский.

Среди них наибольшую известность имеют воды типа Эссентуки, обнаруженные в верхнемеловых и палеогеновых отложениях как непосредственно в пределах Эссентукского месторождения (Центральный и Ново-Благодарненский участки), так и к северу от него (Нагутское месторождение):



## СЕКЦИЯ 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ

Исследования последних лет Пятигорского института курортологии (Е.Г.Потапов) показали, что генезис углекислых содовых вод Нагутского месторождения связан с гидrolитическим выщелачиванием алюмосиликатов из осадочных пород апт-альбского комплекса в условиях повышенных температур и давлений в присутствии высоких концентраций  $\text{CO}_2$ . При этом предполагается, что воды от Нагутского месторождения мигрируют на юг в сторону Эссентукского месторождения, где выходят на поверхность в виде углекислых соляно-щелочных источников. На основании этого делается вывод, что воды Эссентукского месторождения формируются на Нагутском месторождении и являются дериватом последнего.

Углекислые хлоридные натриевые рассольные воды с минерализацией 35-150 г/л и концентрацией  $\text{CO}_2$  1-2,5 г/л имеют важное бальнеологическое значение. Они известны в Закарпатье, Ферганской впадине и на Малом Кавказе. Особенно широко воды этого типа развиты в Ереванском межгорном бассейне, сложенном переслаивающимися вулканогенными и соленосными отложениями. Глубина залегания их достигает двух километров.

Таким образом, подземные минеральные воды являются ценнейшим полезным ископаемым. Это - один из составных элементов подземной гидросферы, причем занимающий в ней доминирующее положение

### Литература

1. Иванов В.В., Невраев Г.А. Классификация подземных минеральных вод. М.: Недра, 1964. 167 с.
2. Кадастр минеральных вод СССР / Составители В.В. Иванов, И.С. Талисманова. М.: Профиздат, 1987. 111 с

## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ (НА ПРИМЕРЕ ДНЕПРА, ПРИПЯТИ И ЗАПАДНОГО БУГА)

Н. С. Рябченко

Научный руководитель: старший преподаватель Т. А. Мележ  
Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины,  
г. Гомель, Республика Беларусь

На территории Республики Беларусь антропогенному влиянию в наибольшей степени подвержены поверхностные водные объекты в бассейнах рек Днепр, Припять и Западный Буг, о чем свидетельствуют результаты мониторинга поверхностных вод за 2016 г. и анализ многолетних рядов гидрохимических данных.

Источниками поступления являются сточные воды промышленности и коммунального хозяйства, поверхностный сток с территорий животноводческих ферм, не канализованных территорий и с сельскохозяйственных угодий (избытки органических и минеральных удобрений). В пределах речных долин Днепра, Припяти и Западного Буг сконцентрированы крупные промышленные центры страны (Орша, Могилев, Жлобин, Речица, Мозырь, Брест, Пинск и другие), являющиеся «поставщиками» загрязняющих веществ. Здесь располагаются крупные предприятия обрабатывающей, нефтегазовой, нефтехимической, химической, деревообрабатывающей и иных отраслей промышленности. Кроме того, в пределах речных долин располагаются многие сельскохозяйственные объекты, также оказывающие негативное воздействие на экологическое состояние поверхностных вод.

Избыточные концентрации поллютантов (биогенные и органические вещества) фиксируются в поверхностных водных объектах Беларуси. При этом для бассейна р. Западный Буг характерным являются превышения по нитрит-иону, фосфат-иону, фосфору общему и химическому потреблению кислорода и аммоний-иону; для бассейна Припяти – по аммоний-иону, для бассейна Днепра – по фосфат-иону. Однако, по результатам исследований установлено, что в 2016 г. в речных бассейнах Днепра, Немана и Припяти снизилось количество проб воды с избыточным содержанием аммоний-иона, и за многолетний ряд наблюдений этот показатель отмечается как самый низкий.

В сравнении с 2015 г. в воде бассейнов рек Днепр, Неман, Западный Буг и Припять количество проб с избыточным содержанием нитрит-иона увеличилось, особенно в бассейне Западного Буга (на 14 %). Вместе с тем, в воде бассейна реки Западная Двина, содержание нитрит-иона значительно снизилось и за многолетний ряд наблюдений этот показатель отмечается самым низким (рис. 1).

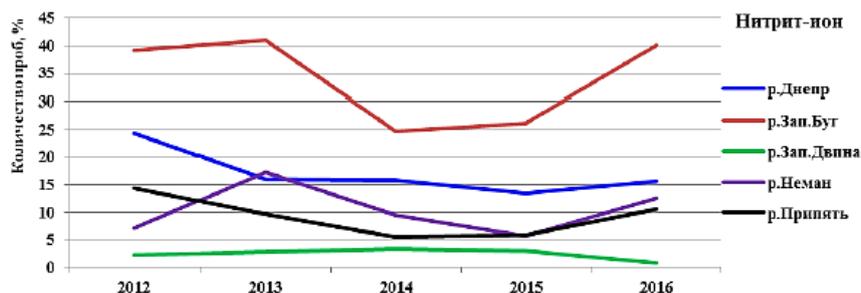


Рис. 1 Динамика количества проб воды (в % от общего числа отобранных проб по бассейну) с повышенным содержанием нитрит-иона

Устойчивый характер носит загрязнение поверхностных вод фосфат-ионами (рис. 2) в бассейнах рек Западный Буг и Днепр, несмотря на то, что в бассейне р. Западный Буг процент проб снизился (с 65,8 % до 59,83 % проб воды с превышением ПДК). В 2016 году также увеличился процент проб с превышением ПДК в бассейнах Немана и Западной Двины (на 2 % и на 7,8 % соответственно).

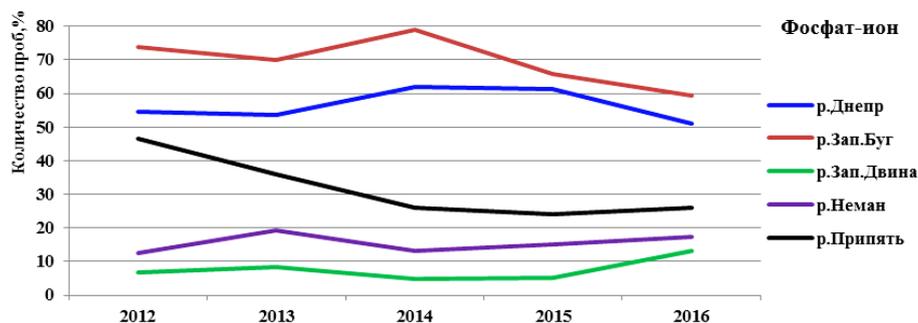


Рис. 2 Динамика количества проб воды (в % от общего числа отобранных проб по бассейну) с повышенным содержанием фосфат-иона

В 2016 г. в речных бассейнах Днепра, Немана и Припяти снизилось количество проб воды с избыточным содержанием аммоний-иона, и за многолетний ряд наблюдений этот показатель отмечается самым низким (рис. 3).

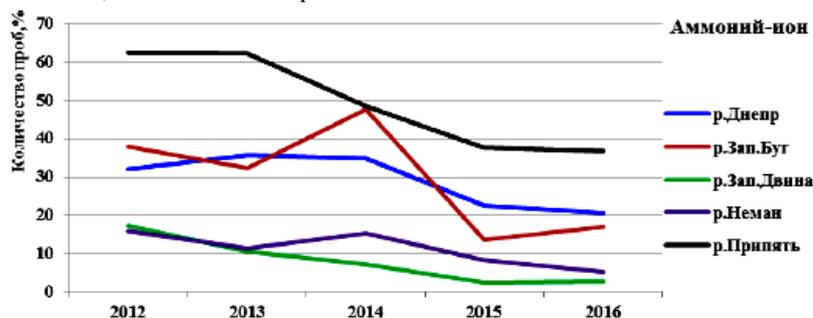


Рис. 3 Динамика количества проб воды (в % от общего числа отобранных проб по бассейну) с повышенным содержанием аммоний-иона за период 2012-2016 гг.

В период наблюдений фиксировались случаи недостатка растворенного кислорода в воде поверхностных водных объектов. Наибольшее количество случаев превышения ПДК по нефтепродуктам регистрировались в воде поверхностных водных объектов бассейна р. Припять (6,8 % проб воды). Случаи превышения норматива качества по синтетическим поверхностно-активным веществам отмечались только в воде р. Уша ниже г. Молодечно с максимумом 0,234 мг/дм<sup>3</sup> (2,3 ПДК).

Наиболее загрязненными поверхностными водными объектами республики по гидрохимическим показателям являются реки: Свислочь у н.п. Королищевичи и у н.п. Свислочь, Плисса в районе г. Жодино (бассейн р. Днепр). Западный Буг у н.п. Речица, Томашовка, Новоселки, Мухавец выше г. Кобрин, Лесная Правая у н.п. Каменюки (бассейн р. Западный Буг); Ясельда ниже г. Березы, Морочь у н.п. Яськовичи (бассейн р. Припять), Уша ниже г. Молодечно, ручей Антонизберг у кур. пос. Нарочь (бассейн р. Неман), а также оз. Лядно и Кагальное. По гидробиологическим показателям в 2016 году наиболее загрязненными поверхностными водными объектами республики являлись реки Свислочь у н.п. Королищевичи, Уза у г. Гомель, Плисса выше и ниже г. Жодино (бассейн р. Днепр), а также оз. Лядно (бассейн р. Западная Двина), характеризующиеся плохим гидробиологическим статусом.

Кроме антропогенных факторов влияние на качество воды поверхностных водных объектов оказывают и природные. Теплая зима, характеризующаяся водностью поверхностных водных объектов выше многолетних значений, вызывает повышенное содержание фосфат-иона в воде поверхностных водных объектов бассейнов рек Западный Буг и Днепр, а также аммоний-иона в воде поверхностных водных объектов бассейна р. Западный Буг. По наблюдениям, весной 2016 года водность рек была ниже многолетних значений, температура воздуха была выше климатической нормы, это вызвало дефицит растворенного кислорода, повышенное содержание органических веществ, особенно в бассейне реки Западный Буг. Лето и осень 2016 года в целом характеризовались водностью близкой к норме или ниже. Однако в июле для бассейнов рек Западная Двина и Днепр, а в августе для р. Лесная и р. Россь, в октябре для всех бассейнов были характерны дождевые паводки. Для некоторых рек был характерен выход реки на пойму. Соответственно эти условия могли сказаться на ухудшении качества воды поверхностных водных объектов, в первую очередь, вызвать снижение содержания растворенного кислорода, увеличение содержания органических веществ.

Необходимо отметить, что исследованные поверхностные водные объекты, подвержены наибольшей антропогенной нагрузке, и ситуация не изменится без разработки и реализации водоохранных мероприятий с учетом уязвимости к изменениям климата. При отсутствии обильных дождей в летний и осенний период, при нормальной водности в течение года (без резких увеличений или снижений), а также без аномально жаркой погоды следует

ожидать, что состояние поверхностных водных объектов улучшится, в первую очередь, не вызовет дефицита кислорода и увеличения содержания органических веществ.

Проблема рационального использования и охраны водных ресурсов относится к одной из наиболее значимых экологических проблем для водных объектов. Современное состояние поверхностных вод является следствием коренных преобразований водного режима в прошлом и интенсивного хозяйственного использования водных ресурсов в настоящее время.

Экологическая безопасность поверхностных водных объектов определяется в первую очередь не качеством очищенных сточных вод, сбрасываемых в водоприемники после городских очистных сооружений, а качеством вод, поступающим в них, как по системам дождевой канализации, так и в свободном режиме.

#### Литература

1. Морозько А. Г., Лён Е. С. Анализ состояния водных ресурсов Республики Беларусь/ Сахаровские чтения, 2016. – 253–254 с.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ВЗАИМОСВЯЗИ ВОДОНОСНЫХ КОМПЛЕКСОВ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ТОМСКИМ ПОДЗЕМНЫМ ВОДОЗАБОРОМ, НА ОСНОВЕ ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИХ ДАННЫХ (ТОМСКИЙ РАЙОН)**

**О.Н. Смышляева**

Научный руководитель доцент Е. Ю Пасечник, доцент К. И. Кузеванов.

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В г. Томске является приоритетным использование для питьевого водоснабжения подземных вод, поскольку поверхностные водотоки претерпевают мощную антропогенную нагрузку. Подземные воды территории Обь-Томского междуречья (ОТМ) достаточно надежно защищены слабопроницаемыми глинистыми отложениями от поверхностного загрязнения, однако зачастую по качеству они не удовлетворяют требованиям СанПиН, так как для Западно-Сибирского региона характерно высокое содержание железа, марганца, а на отдельных участках – азотсодержащих веществ [2].

В 1973 г. Томский подземный водозабор запустил в эксплуатацию первые скважины на территории ОТМ, эксплуатирующие воды палеогенового водоносного комплекса. В настоящее время водозабор включает 198 скважин, в режиме обычной нагрузки в работе находятся 95 скважин. В результате активного использования подземных вод территории ОТМ сформировалась обширная зона влияния (воронка депрессии). Восполнение запасов вод эксплуатируемого водоносного горизонта формируется за счёт инфильтрации атмосферных осадков первого от поверхности водоносного комплекса, и по данным Ю.В. Макушина (Отчет «Переоценка эксплуатационных запасов подземных вод Томского месторождения», 2005 г) около 25 % всех ресурсов комплекса поступает из нижележащего мелового водоносного горизонта. Таким образом, за время эксплуатации палеогенового водоносного горизонта произошли некоторые изменения в химическом составе. Наиболее наглядно это можно проследить по изменению содержания в пробах воды, отобранных из эксплуатационных скважин в разное время, концентрации хлорид-иона, содержание которого в палеогеновом водоносном горизонте – 0,72-17,70 мг/л; в меловом – 3,9...1874 мг/л [2].

Фоновый состав подземных вод палеогенового водоносного горизонта до начала эксплуатации Томского водозабора не принимал критичных значений в содержании концентрации хлорида-иона, но в период активного использования с 1973-2000 гг. в большей части водозабора его содержание увеличивается (рисунок 1). За последние два десятилетия 2001-2017 гг. концентрация хлорида в скважинах первой очереди выровнялась по разным скважинам (не более 10 мг/л) и приняла региональный фон, а в некоторых скважинах даже понизилась по сравнению с годами начала эксплуатации. Это может быть вызвано значительным уменьшением нагрузки на первую очередь и восстановлением уровня подземных вод. Максимальное значение концентрации хлорид-иона и минерализации превышающих ПДК СанПиН 2.1.4.1074-01 наблюдается в конце второй очереди (скв. 125э – 127э). Изменения минерализации во времени показывают, что для участков повышенной минерализации в период эксплуатации водозабора характерно ее незначительное снижение на 0,1 – 0,2 г/л за счет увеличения области влияния эксплуатационных скважин и привлечения менее минерализованных вод вышележащих горизонтов. Однако в некоторых участках водозабора наблюдается увеличение минерализации с глубиной скважин (рисунок 2).

В настоящее время основная нагрузка приходится на эксплуатационные скважины третьей очереди. Интенсивная эксплуатация скважин третьей очереди водозабора с удельным водопритоком 6,7-7,7 м<sup>2</sup>/сут. (что значительно выше проектного – 6,4 м<sup>2</sup>/сут) в течение всего периода эксплуатации привели к тому, что за непродолжительный период эксплуатации (от 1 до 7 лет) сработка уровней подземных вод в среднем составила 5,4 м (от 0,8 до 8,1 м). Это немного, если учесть, что допустимые понижения здесь возможны до 30 м (допустимая сработка уровней – 50 м абс. отметки). Восполнение подземных вод эксплуатируемого водоносного горизонта осуществляется за счет перетока из смежных водоносных горизонтов. В наши дни, интенсивная эксплуатация скважин третьей очереди привела к существенному изменению уровня подземных вод в эксплуатируемом водоносном горизонте и превышает допустимое понижение, мы видим повышение содержание хлорид-иона в скважине 151э [3].

Большое значение для величины перетока имеет степень изменения гидродинамических условий рассматриваемых водоносных систем. Поскольку третья очередь пробурена достаточно глубокими скважинами и разделяющим водоупорным горизонтом между эксплуатируемым палеогеновым и верхнемеловым водоносными

комплексами служат глины люлинворской свиты, а также присутствие литологических окон. Для гидродинамического моделирования была выбрана скважина с максимальным значение концентрации хлорид-иона (скв 151э). В результате получаем наблюдательную сетку (700x700) с понижениями.

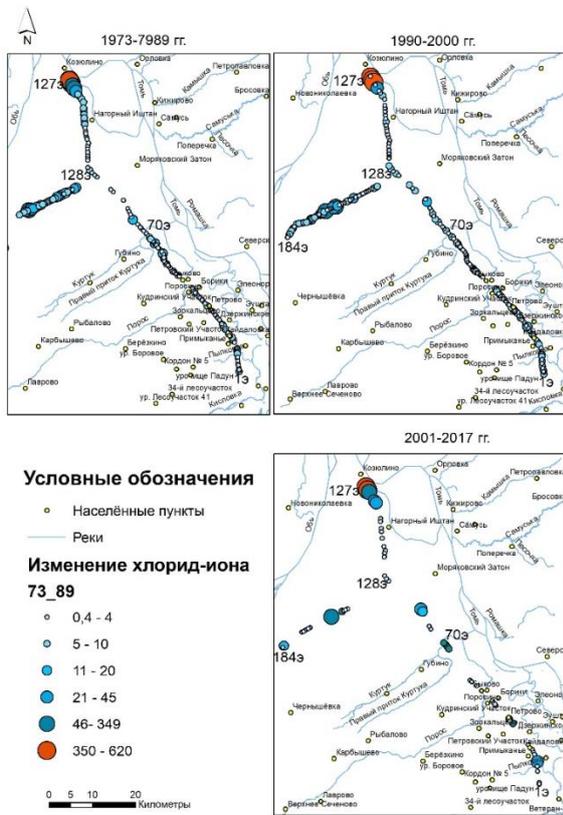


Рис. 1 Изменение содержания хлорид-иона за разные периоды эксплуатации



Рис. 2 Связь между значениями глубины эксплуатируемых скважин и минерализации

Понижение в расчетной сетке рассчитывается по следующей формуле:

$$S_1^0 = \frac{Q_1}{4\pi km} \ln \frac{2.25at_1}{r_{св1}^2}$$

где  $S_0$  - понижение уровня в эксплуатационной скважине м;  
 $Q$  – расход скважины;  
 $km$  - коэффициент водопроницаемости, м<sup>2</sup>/сут;  
 $a$  – коэффициент пьезопроводности, м<sup>2</sup>/сут;  
 $r_k$  - радиус вектора, на конце которого определяется понижение, м;  
 $t$  – время работы скважины, сут.

Понижение в скважине 151э составляет  $S = 5,72$  м, перетекание из верхнего (четвертичного) питающего слоя составляет  $Q_{п-ия} = 138,35$  м<sup>3</sup>/сут, а перетекание из нижележащего (мелового) питающего слоя  $Q_{п-ия} = 219,35$  м<sup>3</sup>/сут. На третьей очереди водозабора сработка уровней подземных вод эксплуатируемого комплекса составляет 4,56 - 5,35 м., следовательно, различные объемы перетоков и появление гидрогеохимических аномалий можно объяснить только различной степенью деформированности и соответственно изменением проницаемости водоупорных горизонтов на данных участках.

Так изменяя параметры мощности нижнего раздельного полупроницаемого слоя, а также коэффициента фильтрации можно проследить как изменяется величина перетока из нижележащего (мелового) водоносного комплекса в эксплуатируемый палеогеновый водоносный комплекс. Восходящий график наблюдается при увеличении коэффициента фильтрации, то есть с увеличением коэффициент фильтрации увеличивается водопиток, обратная зависимость (нисходящий график) наблюдается при увеличении мощности раздельного полупроницаемого слоя уменьшается водопиток в палеогеновый водоносный горизонт.

#### Литература

1. Колоколова О. В. Геохимия подземных вод района Томского водозабора (Томская область): диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук: Спец. 25.00.07 / О. В. Колоколова; Российская академия наук (РАН), Сибирское отделение (СО), Институт геологии нефти и газа (ИГНГ); науч. рук. С. Л. Шварцев. –197 с.

2. Попов В. К. Эколого-экономические аспекты эксплуатации подземных вод Обь-Томского междуречья / В.К. Попов, О.Д. Лукашевич, В.А. Коробкин, В.В. Золотарева, Ю.Ю. Галямов. Томск: Изд-во Томского архитектурно-строительного университета, 2003. – 174 с.
3. Попов В. К. Формирование и эксплуатация подземных вод Обь-Томского междуречья / В.К. Попов, В.А. Коробкин, Г.М. Рогов, О.Д. Лукашевич, Ю.Ю. Галямов, Б.И. Юргин, В.В. Золотарева. Томск: Изд-во Томского архитектурно-строительного университета, 2002. – 138 с.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ СОСТАВА ПОДОТВАЛЬНЫХ ВОД ПРИ ОСВОЕНИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БАЙМСКОЙ МЕДНОРУДНОЙ ЗОНЫ (ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ДАННЫМ)**

**Н.А. Стрильчук**

Научный руководитель к.г.-м.н. Д.А. Яблонская

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия*

Проект освоения Баймской рудной зоны, ресурсный потенциал которой высоко оценен специалистами, включен в Стратегию социально-экономического развития Чукотского автономного округа на ближайшие годы. Основными перспективными объектами, входящими в состав Баймской площади, являются медно-порфировое месторождение Песчанка и проявления Находкинского рудного поля, промышленная отработка которых может спровоцировать появление агрессивных кислых дренажных вод с повышенной минерализацией и высокими содержаниями токсичных металлов, формирующихся при окислении складированных в отвалы геологических материалов (сульфидсодержащих вмещающих пород и забалансовых руд). Поступление таких дренажных вод в водотоки приводит к изменению состава природных вод, снижению их качества и, в конечном итоге к деградации сопряженных компонентов природной среды.

Моделирование состава подотвальных вод проводилось для пород Баймской меднорудной зоны, находящейся в пределах Билибинского муниципального района Чукотского АО, в 280 км юго-западнее г. Билибино. Баймская площадь расположена в юго-восточной части Олойского металлогенического пояса и сложена верхнеюрскими вулканогенными и вулканогенно-осадочными образованиями. Меднорудные объекты зоны локализованы в раннемеловых монзонитовых и диоритовых интрузивных комплексах, внедрение которых сопровождалось обширными гидротермальными изменениями пород. Порфировое Cu–Mo-оруденение пространственно связано с каливошпатовыми и кварц–серицитовыми зонами, включающими штокверки кварцевых жил и прожилки с борнитом, халькопиритом, молибденитом, пиритом и титаномагнетитом, на отдельных участках развита зона вторичного сульфидного обогащения с борнитом и халькозином, второстепенные минералы представлены гематитом, сфалеритом, галенитом, самородной медью [2].

Прогноз возможности развития процессов кислотного дренажа и связанных с ним последствий осуществляется на этапе разведки месторождений и заключается в оценке потенциала кислотообразования и нейтрализующей способности геологических материалов Баймской рудной зоны, а также изучении скорости формирования и состава дренажных вод в долговременном периоде.

Основой для прогноза состава потенциальных подотвальных вод являются результаты статических и кинетических тестов, проводимых для образцов (керна) представительных типов вмещающих пород месторождений. Статические тесты по выщелачиванию моделируют взаимодействие пород с атмосферными осадками, и в первом приближении состав полученных фильтратов соответствует составу потенциальных дренажных вод на начальном этапе складирования вмещающих пород (Synthetic Precipitation Leaching Procedure). Параллельно, в образцах определяют содержания сульфидной серы и карбонатного углерода для расчета кислотопродуцирующего и нейтрализующего потенциалов и их соотношения – коэффициента потенциала нейтрализации кислоты, на основе которого проводят классифицирование пород по склонности к кислотообразованию [5]. Моделирование состава дренажных вод в долгосрочном периоде хранения геологических материалов в отвалах осуществляется при проведении кинетических тестов, имитирующих процессы выветривания в лабораторных условиях (Humidity Cell Test). Основой является еженедельное взаимодействие образца с дистиллированной водой с контролем температуры и влажности на протяжении всего эксперимента, сбор и анализ еженедельных фильтратов [4].

Определение pH, минерализации и макросостава разовых и еженедельных фильтратов методами потенциометрии, кондуктометрии и объемного титрования, а также анализ содержания основных катионов (K, Na) и микроэлементов методом ИСП-МС проводилось при участии автора на базе лабораторного комплекса кафедры геохимии геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

Результаты оценки коэффициента потенциала нейтрализации кислоты указывают на высокую вероятность формирования кислых дренажных вод при складировании в отвалы геологических материалов Баймской рудной зоны - кислотопродуцирующая способность вмещающих пород месторождений на несколько порядков превосходит их возможности по нейтрализации образующейся кислоты [3]. Результаты оценки состава потенциальных подотвальных вод на начальном этапе (табл.1) свидетельствуют об отсутствии видимых признаков кислотообразования: значения pH фильтратов - от 7,0 до 8,1. Минерализация фильтратов 0,07-0,7 г/л, основную роль в составе играет сульфат-ион, его содержания варьируют от 59 до 93%, соответственно доля гидрокарбонат-иона не превышает 41%. По содержанию микроэлементов дренажные воды на этом этапе преимущественно низкометалльные, соответствуют составу природных вод территории (рис.1). Исключением являются породы зоны пиритовой оторочки с повышенным содержанием сульфидов, водные вытяжки которых характеризуются низкими значениями pH (4,3 - 4,5), минерализацией 0,6-1,5 г/л, содержанием сульфат-иона в растворе на уровне 98-100%. В

этом случае состав подотвальных вод будет аналогичен составу вод водотоков, дренирующих рудные тела в естественном залегании.

Экспериментальное исследование динамики состава потенциальных дренажных вод, выполняющееся для нескольких образцов пород Баимской рудной зоны, показывает, что и при долговременном взаимодействии пород с осадками формирования кислых высокометаллических стоков не происходит - величина pH еженедельных фильтратов за весь период эксперимента остается в околонейтральном диапазоне, содержания макро- и микрокомпонентов в еженедельных фильтратах снижаются и с десятой недели эксперимента в целом достигают уровня содержаний в природных водах фоновых водотоков территории. (табл.1).

*Таблица*

**Сравнительная характеристика состава поверхностных вод и водных фильтратов из пород в районе Находкинского рудного поля (за исключением пород зоны пиритовой оторочки)**

Элемент	Состав поверхностных вод [1]		Потенциальный состав подотвальных вод				
	Фоновые	Рудные	Начальный этап		Долговременное хранение		
			Статический тест	Неделя 1 - 5	Неделя 10	Неделя 30	Неделя 55
<b>Макросостав, мг/л</b>							
pH <sub>n</sub>	6,4 - 6,7	4,4 - 4,7	7,0 - 7,8	7,1 - 8,1	7,0 - 7,5	7,1 - 7,6	7,0 - 7,2
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	22 - 72	3,7 - 6,1	4,7 - 42,9	21,3 - 47,3	18,5 - 30,6	19,5 - 32,5	17,6 - 26,9
Cl <sup>-</sup>	3,2 - 4,3	3,2 - 3,9	3,8 - 13,4	-	-	-	-
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	17 - 77	55 - 559	32,2 - 438	26,2 - 513	5,9 - 59,9	10,7 - 45,6	8,7 - 58,0
Ca <sup>2+</sup>	8,2 - 25	14 - 93	3,4 - 113	9,1 - 181,2	4,6 - 29,6	4,0 - 13,4	8,0 - 15,3
Mg <sup>2+</sup>	1,1 - 9,2	5,8 - 96	0,2 - 27,3	1,2 - 38,6	2,0 - 5,0	0,6 - 7,8	0,4 - 10,1
Na <sup>+</sup>	1,7 - 2,2	2,1 - 16	2,9 - 27,8	1,0 - 63,7	0,5 - 0,9	0,4 - 1,0	
K <sup>+</sup>	0,4 - 1,3	0,5 - 2,9	5,2 - 14,6	3,9 - 43,8	2,4 - 2,5	1,0 - 1,6	
M	57 - 161	85 - 758	68 - 650	129 - 997	54 - 203	32 - 94	35 - 116
<b>Микроэлементы, мкг/л</b>							
Cu	3,3-11	360-3690	3-70	3-72	4,9-84	2,7-55	2,2-11
Mo	0,14-0,3	0,9-8,9	0,6-118	4-50	2,1-12,3	1,5-8,8	1,3-4,2
Zn	2,5-13	40-1020	2,3-283	1,5-6,2	1,7-0,3	1,8-8,3	2,1-7,3
Pb	0,1-0,8	2,8-20	0,3-5,0	0,3-7,9	0,5-8,6	0,3-4,7	0,1-1,2
Cd	0,01-0,03	0,7-2,9	0,04-1,7	0,05-0,5	0,03-0,2	0,02-0,1	0,05-0,1
Fe	9,0-20	131-2800	1,7-31	1,8-162	1,8-25	1,5-11	0,7-3,2
Mn	1,5-9,0	269-4210	30-1900	22-400	14-146	17-77	15-47
Sr	65-182	81-590	70-5260	390-5515	212-2360	151-991	75-202

#### Литература

1. Лубкова Т.Н. и др. Геохимические особенности состава поверхностных вод Находкинского медно-порфирового рудного поля, Чукотка // Вода: химия и экология. — 2013. — № 12. — С.29–34.
2. Марущенко Л.И. и др. Кварц-серицитовые метасоматиты и аргиллизиты Au-Mo-Cu-месторождения Песчанка (Чукотка), Россия // Геология рудных месторождений. – 2015. – Т. 57. № 3. – С. 213–225.
3. Acid rock drainage prediction for host rocks of porphyry copper deposits in the Baimka ore trend (static and kinetic tests) / Yablonskaya D., Lubkova T., Shestakova T. et al. // Proceedings of 17 international multidisciplinary scientific geoconference SGEM 2017. — "Alexander Malinov" Bulgaria, 2017. – Vol. 52 of Soils, Forest ecosystems. – P. 63–71.
4. ASTM D5744 – 13. Standard Test Method for Laboratory Weathering of Solid Materials Using a Humidity Cell. Copyright by ASTM International, United States. – 2013. – 23 p.
5. Global Acid Rock Drainage (GARD) Guide. Prediction Manual for Drainage Chemistry from Sulfidic Geologic Materials. 2014. November Available: <http://www.gardguide.com/images/5/5f/TheGlobalAcidRockDrainageGuide.pdf>.

### **ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ В МОДЕЛЬНЫХ РАСТВОРАХ – АНАЛОГАХ ПРИРОДНЫХ ВОД**

**А.С. Торопов**

Научный руководитель: д.г.-м.н, профессор Л.П. Рихванов

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Для предсказания поведения и миграции токсичных элементов в водных экосистемах необходимы сведения о формах их нахождения. В зависимости от путей и источников поступления микрокомпонентов в окружающую среду их химические формы могут быть как легко- и труднорастворимыми. При этом отмечается колебание размеров частиц, с которыми связаны тяжелые и токсичные металлы от нескольких микрон до нанометров, что повышает значимость гидрогеохимических условий их миграции. Для формирования качественной физико-

химической модели миграции и математической модели массопереноса необходимо более детальное изучение физико-химического состояния техногенных элементов, их сорбционного взаимодействия с компонентами водных систем и способности менять форму существования в зависимости от основных физико-химических параметров воды. Известно, что некоторые элементы содержатся в воде в следовых или ультранизких концентрациях, поэтому они будут мигрировать в условиях, которые создадут типоморфные элементы (макрокомпоненты) [1]. Также важно понимать, что по поведению в природных системах и особенностям миграции, элементы и радионуклиды образуют общие геохимические группы. Детальное исследование элементов, входящих в эти группы, может быть информативным для понимания механизмов, определяющих форму нахождения и техногенных радионуклидов.

Цель данной работы – изучение форм нахождения токсичных элементов в модельных растворах – аналогах природных вод методом каскадного фильтрования. Проведение исследований по определению форм нахождения в воде в лабораторных условиях позволит получить результаты для оценки миграционной способности токсичных элементов с учетом формы их существования и потенциальной токсичности и позволит прогнозировать их формы нахождения, их распределение в реальных водных объектах, близких по составу, окислительно-восстановительному состоянию и другим факторам. Данный метод позволяет выделять истинно растворенные, коллоидные и взвешенные формы нахождения в воде в зависимости от размера частиц при ступенчатом фильтровании с убыванием размеров пор фильтра.

Для понимания миграционной способности токсичных элементов и их распределения по формам нахождения в природных водах были поставлены модельные эксперименты. Для приготовления модельных растворов использован метод экстрагирования максимальной приближенности к натурному объекту – природной воде, т.е. имитировались природные процессы взаимодействия грунта с водой. В модельном эксперименте скорость процессов взаимодействия фаз в системе грунт - вода в модельных экспериментах была многократно увеличена за счет механического воздействия (диспергирования частиц и взбалтывания) в лабораторных условиях. Выделяли следующие формы нахождения в зависимости от размера фракций: псевдоколлоидная (100-450 нм), коллоиды высокомолекулярных веществ (7-100 нм), органические коллоиды низкомолекулярных веществ (3-7 нм) и растворенная (<3 нм), представляющая собой сумму ионных форм и низкомолекулярных органических веществ гуминовой природы. Фильтры 7 и 3 нм соответствовали 100 и 10 кДа по величине номинально отсекаемой молекулярной массы.

Модельные растворы (водные вытяжки) для проведения исследований были приготовлены с использованием образцов грунта с площадки «Опытное поле» Семипалатинского испытательного полигона, в местах, подверженных техногенному загрязнению. Результаты исследований форм нахождения радиоактивных элементов были обсуждены ранее [2]. Установлено, что цезий-137 преимущественно находится в растворенной форме, и частично – коллоидной, изотопы плутония распределяются по фракциям коллоидов различного размера. Преобладающая форма миграции стронция-90 – растворенная. Всего было изучено 4 модельных растворов, которые отличались между собой по макросоставу и основным физико-химическим характеристикам, что в первую очередь определялось характеристиками грунта, который использовался для их приготовления. Макрокомпонентный состав модельных растворов и величину минерализации определяли согласно ГОСТ 26449.1-85. pH определялся потенциометрически с использованием иономера Анион-4100. Содержание растворенного органического вещества измеряли методом бихроматной окисляемости с измерением на спектрофотометре ПЭ-5300ВИ. Элементный состав проб определяли методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой в соответствии со стандартом РК ИСО 17294-2-2006 на приборе Elan-9000.

Так, уровень pH полученных модельных растворов колебался в диапазоне от 6,2 до 8,4, что характерно для нейтральных и слабощелочных вод, минерализация – от 320 до 720 мг/л (пресные воды), содержание органического вещества – от <10 до 40 мг/л. Анализ полученных данных показал, что по своим физико-химическим свойствам полученные модельные растворы были близки к природным пресным водам, которые широко встречаются на территории Семипалатинского испытательного полигона.

При непосредственном изучении форм нахождения методом каскадной фильтрации, элементы также объединяются в группы [3]. Так, выделяют элементы, которые адсорбционно связаны с коллоидами гидроксидов Fe (легкие редкоземельные элементы La, Ce, Pr, Nd, ряд элементов, склонных к гидролизу – Al, Ti, Zr, V, Mn, Co и Pb). Во вторую группу включают элементы, которые способны образовывать высокомолекулярные и металлоорганические комплексы – Fe, Al, V, Ni, Ga, Y, Zr, Nb, Ba, частично W, Bi, Th. Эта группа является переменной по составу, элементы могут переходить в другие группы в зависимости от условий среды. В третью группу включают элементы, которые находятся в комплексах с низкомолекулярным органическим веществом (Cr, Cu, Ni, Co, тяжелые редкоземельные металлы, Th, U). Элементы 4 группы – Si, K, Na, Zn, Rb, Cs, Sr, Sc – не включаются в сложные комплексные соединения с органическим веществом, и не выводятся в течение каскадной фильтрации. Данные элементы находятся в воде в ионной форме, либо связаны с простыми комплексами [3].

Таким образом, обобщая полученные результаты по модельным растворам, к элементам, мигрирующим преимущественно в растворенном виде по результатам исследований необходимо отнести Cu, Sr, As, Cd.

Для Ba отмечается неоднозначный характер распределения форм нахождения в различных модельных растворах. Так, для модельного раствора №3 отмечается ступенчатое снижение концентрации Ba, тогда как в других модельных растворах концентрация более стабильна и преимущественно растворенная.

Концентрация U при каскадной фильтрации модельных растворов №1 и 2 практически не изменялась, оставаясь в растворе, однако для модельного раствора №3 наблюдалось уменьшение его содержания на треть. Преобладающая фракция – менее 3 нм.

При каскадной фильтрации после мембраны 100 нм для модельного раствора №1 отмечалось снижение концентрации элементов, традиционно находящихся в растворенной форме. Так, после данной стадии фильтрации содержание Ga снизилось на 27%, As – 58%, Sr – 4%, Cd – 37%.

В модельных растворах №1 и №4 Се задерживался при каскадной фильтрации и в фильтрате после мембраны 3 нм был ниже предела обнаружения.

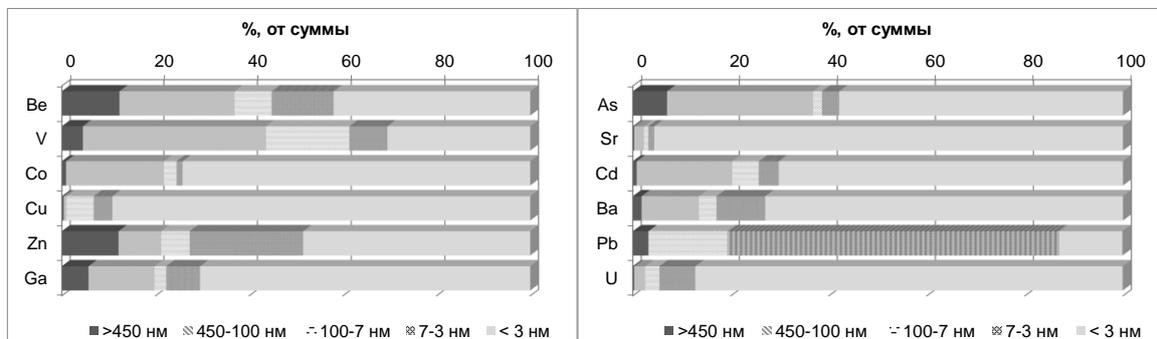


Рис. 1 Распределение форм нахождения элементов в модельных растворах

При определении форм нахождения токсичных элементов в модельных растворах – аналогах природных вод установлено, что такие элементы как Be, Cu, Sr, As, Cd находились преимущественно в растворенной форме. Для элемента Ba отмечается неоднозначный характер распределения форм нахождения в модельных растворах, что может определяться различием из физико-химического и макрокомпонентного состава. Концентрация U при каскадной фильтрации практически не изменялась, и данный элемент находился в растворенной форме, однако для модельного раствора №3 наблюдалось уменьшение его содержания на треть после фильтра 3 нм (10 кДа), который отличался наиболее высокой концентрацией растворенного органического вещества в ряду исследованных растворов.

Преобладающая фракция < 3 нм для большинства элементов может быть следствием повышенного содержания растворенных органических веществ гуминовой природы, которые обладают способностью к комплексообразованию металлов. Размеры молекул фульвокислот и части гуминовых кислот меньше номинально отсекаемой молекулярной массы мембраны 3 нм (10 кДа). Таким образом, данная фракция представляет собой сумму ионных (истинно растворенных) форм и органических коллоидов.

Таким образом, представляется возможным использовать полученные данные применимо к прогнозу возможной миграции техногенных радионуклидов, в частности  $^{239+240}\text{Pu}$  – одного из наиболее опасных радионуклидов трансуранового ряда с набором свойств, определяющих вариативность химических свойств в зависимости от степени его окисления – переменная валентность, склонность к гидролизу и коллоидообразованию. Можно полагать, что данный радиоактивный элемент будет мигрировать аналогично элементам, связанным с высокомолекулярными коллоидами или псевдоколлоидами, коллоидами органических веществ, а также низкомолекулярными соединениями органических веществ. Радионуклид  $^{241}\text{Am}$  аналогично Се может быть связан в адсорбционные комплексы с псевдоколлоидами (частицами крупнее 100 нм).

Часть исследований была проведена при поддержке Министерства образования и науки Республики Казахстан, номер гранта 0122/14 ПЦФ и гранта Министерства образования и науки Российской Федерации (госзадание № 5.10015.2017/5.2/ДААД).

#### Литература

1. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. Изд-во: Астрей-2000. – 1999 г. – 610 с.
2. Торопов А.С. Формы нахождения радионуклидов в воде на основе модельных экспериментов // Проблемы геологии и освоения недр. Труды XXI Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященного 130-летию со дня рождения профессора М.И. Кучина. С. 823–824.
3. Ilina S., Lapitskiy S., Alekhin Y. et. al. Speciation, size fractionation and transport of trace elements in the continuum soil water – mire – humic lake –river –large oligotrophic lake of a Subarctic watershed // Aquatic Geochemistry. – 2016. – V. 22. – p. 65–95.

### КРАТКАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ НА ТЕРРИТОРИИ ИЛЬБОКИЧСКОГО ЛИЦЕНЗИОННОГО УЧАСТКА (КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ) С.С. Улаева

Научный руководитель: профессор, д.г.н. О.Г. Савичев  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия

На современном этапе развития промышленности остро стоит вопрос сохранения природной среды, и ее компонентов на территориях, подверженных техногенной нагрузке. По всей стране, на многих территориальных объектах нарушенность природных комплексов и сбой их привычного функционирования либо очевидны, либо неизбежны в связи с проникновением различного рода загрязнителей в природную систему и их взаимодействия с

## СЕКЦИЯ 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ

природными компонентами [3]. В связи с этим необходим комплексный подход при оценке какого-либо отдельного природного компонента, т.е. рассматривать его стоит вкупе с остальными участниками системы.

Активным участником процесса загрязнения в настоящее время выступает нефтегазовый комплекс. Поступление инородных компонентов может осуществляться разными путями: проливы углеводородов и их инфильтрация, сточные воды производств, смыв с промышленных площадей в реки с атмосферными осадками, газовые выбросы, испарения, и др. На основании этого, контроль качества природных компонентов становится актуальной задачей каждого промышленного предприятия в отдельности и государства в целом. Данная задача может быть решена посредством организации и осуществления экологического мониторинга окружающей среды района, испытывающего антропогенное воздействие. Государственный экологический мониторинг окружающей среды организуется на основании законодательства Российской Федерации и включает в себя комплексные наблюдения за состоянием окружающей среды и ее компонентов, за происходящими процессами, а также прогноз изменений состояния окружающей среды [2].

Обследования местности и отборы проб компонентов природной среды проводились на территории Ильбокичского лицензионного участка, принадлежащего ООО «Газпром добыча Красноярск», дочернего предприятия ОАО «Газпром» в августе 2008 и в мае 2009 годов. Площадь участка составляет порядка 1512 км<sup>2</sup> и располагается в Богучанском и Кежемском районах Красноярского края, в правобережной части водосбора р.Ангара (рис.1). Основными видами деятельности на территории участка являются разведка, добыча углеводородов и их транспортировка (посредством трубопровода) потребителю.

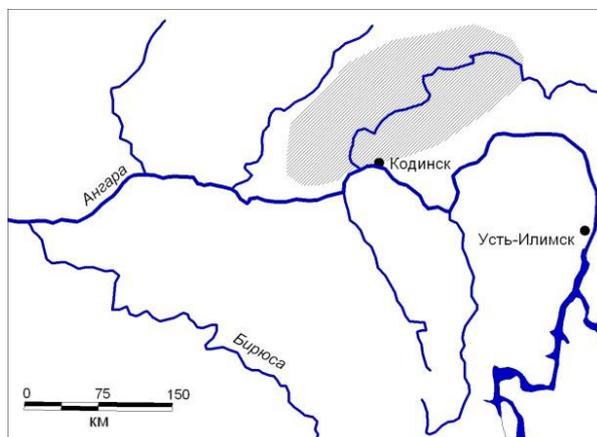


Рис.1 Схема местоположения Ильбокичского лицензионного участка

Целью исследования являлась качественная оценка природных компонентов, а также выявление возможных причин негативного воздействия на компоненты окружающей среды на территории участка и составление перечня необходимых природоохранных мероприятий при принятии эффективных мер для функционирования нефтегазового комплекса без причинения ущерба окружающей среде. Перед исполнителями работ стояла задача получить достоверную информацию о фоновом и текущем состоянии окружающей среды и проанализировать полученные данные для формирования выводов и заключений.

Объектами мониторинга выступили следующие объекты: поверхностные водотоки (речные воды и донные отложения), болото (болотные воды и торф), подземные воды (естественные выходы), почвенно-растительный покров, атмосферный воздух и снеговой покров.

Таким образом, согласно полученным данным лабораторных анализов природных компонентов с пунктов отбора проб, ниже приведены следующие обобщения.

В подземных водах отмечены превышения хозяйственно-питьевых нормативов преимущественно по содержанию *железа и марганца* (как в конкретных родниках, так и по всему участку в целом). Условие  $\sum (С/ПДК) \leq 1$  не выполняется для общесанитарного, органолептического и санитарно-токсикологического лимитирующего признака вредности.

Минерализация и макрокомпонентный состав вод рассматриваемых рек значительно не отличаются от среднегололетних значений соответствующих показателей рек региона. Некоторые отклонения макро- и микрокомпонентного состава объясняются притоком минерализованных подземных вод, а также трансформацией органического и органо-минерального вещества.

Содержание нефтепродуктов в донных отложениях колеблется в пределах природных содержаний углеводородов в окружающей среде региона, что позволяет отнести донные отложения к категории «чистых». Однако содержание некоторых токсичных элементов (значения выше ПДК минеральных почв) призывает с осторожностью использовать донный материал для рекультивации и мелиорации.

О достаточно высокой интенсивности самоочищения почв можно говорить на основании содержания нефтепродуктов, которое меньше установленного значения ОДК. Также для почв характерными оказались повышенные содержания *свинца, цинка, мышьяка и кадмия*, что в общем и целом превышает геохимический «фон».

В довершение вышесказанного особенно хотелось бы отметить такие объекты как шламовые амбары и амбары сточных вод на территориях промплощадок. Они, как характерные источники антропогенного воздействия на окружающую среду, также послужили пунктом отбора проб.

Шламовые амбары (шламохранилища) – это природоохранное сооружение, предназначенное для централизованного сбора, обезвреживания и захоронения токсичных промышленных отходов бурения нефтяных скважин. Экологичное пользование амбарами возможно при соблюдении требований оформления самих амбаров (гидроизоляция, обваловка и т.д.). Поступление токсичных веществ в почвы происходит обычно при нарушении целостности геомембраны либо при чрезмерном наполнении амбара (при переливах) [1].

Анализ сточных вод из амбара на площадке одной из скважин показал превышение как хозяйственно-питьевых, так и рыбохозяйственных нормативов по величине минерализации, БПК<sub>5</sub>, перманганатной окисляемости, содержанию натрия, хлоридов, растворенного кислорода, железа, ионов аммония, кремния, нефтепродуктов [Таб.]. Если повышенное содержание ионов натрия и хлора можно связать преимущественно с подтоварными водами, то наличие нефтепродуктов, ионов аммония и величина БПК<sub>5</sub> говорят о явном промышленном и хозяйственно-бытовом загрязнении вод.

Таблица

Результаты анализа состава вод шламового амбара на территории промплощадки Ильбокичского лицензионного участка, август 2008г.

Показатель	ПДК <sub>рх</sub>	ПДК <sub>эл</sub>	Пункт отбора проб, вода из амбара
Температура воды, °С	28-летом, 8-зимой	T <sub>макс.ср.мес.</sub> +3	17
Вкус, балл	2	-	2
Запах, балл	1	2	0
Цветность, °	-	-	89
рН, ед рН	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5	8,16
Мутность, мг/дм <sup>3</sup>	1,5	-	2,5
O <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	6	4	1,13
Общая жесткость, мг-экв/дм <sup>3</sup>	-	7	1,7
мг/дм <sup>3</sup>			
Ca <sup>2+</sup>	180	-	26
Mg <sup>2+</sup>	40	50	4,8
Na <sup>+</sup>	120	200	411,7
K <sup>+</sup>	50	-	6,25
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-	-	146
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	-	-	6
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	100	500	74,25
Cl <sup>-</sup>	300	350	561
Fe <sub>общ</sub>	0,1	0,3	0,65
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,5	1,9	0,93
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,08	3,3	0,005
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	40	45	12,8
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	-	3,5	0,32
Si	-	10	10,17
БПК <sub>5</sub> , мгO <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	2	2	3,11
Перманганатная окисляемость, мгO <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	-	5	26,6
Нефтепродукты	0,05	0,3	0,565

Таким образом, экологическое состояние Ильбокичского лицензионного участка оценивается как удовлетворительное. В то же время, на рассматриваемой территории были отмечены превышения концентраций химических элементов, которые нельзя охарактеризовать как загрязнение, так как они свидетельствуют о «геохимических аномалиях», природном отклонении от ПДК. Исключением являются амбары со сточными и шламовыми водами на территории промышленной площадки, которые свидетельствуют о явном антропогенном загрязнении.

#### Литература

1. Компания «СнабСтройМск» [Электронный ресурс]: сайт организации. – Электронные дан. – URL: <http://www.ssmask.ru> (дата обращения: 06.02.2017).
2. Об охране окружающей среды" : федер. Закон Рос. Федерации от 10.01.2002г. // N 7-ФЗ (ред. От 03.07.2016).
3. Шварцев С.Л. Общая гидрогеология: Учебник для вузов – М.: Недра, 1996. – 423 с: ил.

**ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НАКОПЛЕНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В  
МИНЕРАЛЬНЫХ ВОДАХ КAVKAZA**

**Е.А. Чиркова**

Научный руководитель профессор Харитоновна Н.А.

**Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия**

Вот уже около пятнадцати лет изучение распределения и механизмов водной миграции редкоземельных элементов (РЗЭ) представляет собой новое перспективное направление в гидрогеохимии, которое позволяет решать многие основные вопросы условий формирования и эволюции как природных так техногенных вод.

В лабораторных экспериментах установлено, что РЗЭ могут находиться в двухвалентном (Ce, Nd, Sm, Eu, Tm, Yb), трехвалентном (все РЗЭ) и четырехвалентном (Ce, Pr, Nd, Tb, Dy) состояниях. В реальных условиях на Земле, все РЗЭ обычно содержатся в трехвалентной форме, и только два элемента могут менять свою валентность: церий может находиться как Ce<sup>3+</sup> и Ce<sup>4+</sup>, а европий – Eu<sup>2+</sup> и Eu<sup>3+</sup>. Установлено, что от La к Lu происходит постепенное понижение ионного радиуса, что вызывает закономерное изменение физических и химических свойств РЗЭ [3].

Основной целью данной работы являлось исследование распределения и поведения РЗЭ в углекислых минеральных водах Кавказа и расчет основных форм их водной миграции. В основу работы легли результаты химических анализов минеральных вод, отобранных из 15 источников Приэльбрусья любезно предоставленных автору д.г.-м.н. Лаврушиным В.Ю.

Все исследованные источники – холодные, температура варьирует от 6,4 до 16 оС. По водородному показателю изучаемые воды нейтральные или слабощелочные (рН от 6.12 до 7.08.). Окислительно-восстановительный потенциал (Eh) варьирует в интервале от от -30.0 мВ до +111.4 мВ. Минерализация вод, измеренная в поле, лежит в диапазоне значений от 0.24 г/л до 610 г/л. По анионному составу преобладают гидрокарбонатно-хлоридные воды, которые по катионному составу подразделяются на шесть групп: 1. натриево-кальциевые воды с повышенным содержанием магния и бора; 2. кальциево-магниевые-натриевые воды; 3. кальциево-натриево-магниевые воды; 4. натриево-бор-кальциевые воды; 5. бор-натриево-кальциевые воды; 6. натриево-магниевые-кальциевые воды с повышенным содержанием бора (табл.).

*Таблица*

*Химический состав исследуемых вод (составлена по данным В.Ю. Лаврушина)*

Источник/локализация	t, °C	Сух ост., г/л	рН	Eh	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	B	Na	Mg	K	Ca
				мВ	г/л		мг/л					
нарзан Терскол	9,9	0,31	6,1	2,3	0,50	0,01	0,02	0,09	5,8	17,9	2,8	74,1
ист. Джан-Туган	8,5	0,74	6,5	45,1	0,50	0,17	0,02	16,30	108,6	16,6	14,0	74,8
Ирик-нарзан	10,3	1,56	6,9	103,2	1,30	0,19	0,03	12,66	223,3	74,8	15,2	193,4
ист. Адыл-су, нижний	7,9	0,61	6,9	78,0	0,90	0,08	0,02	1,99	33,6	26,2	3,6	172,0
верхний нарзан в селе В.Баксан	14,0	2,28	6,6	84,1	1,10	0,18	0,77	29,05	283,2	124,5	41,4	250,7
нижний нарзан в селе В.Баксан	16,4	4,12	6,6	96,7	2,30	1,04	0,28	143,18	828,6	88,1	83,8	405,7
долина нарзанов	12,0	1,86	6,9	8,2	1,70	0,28	0,05	2,49	178,4	120,4	8,2	359,0
нарзан в долине р.Малка	8,5	1,09	7,0	106,2	0,70	0,24	0,01	6,86	196,2	48,1	11,3	73,5
нарзан в левом борту р.Кизылкол	6,7	1,03	7,1	70,7	1,10	0,01	0,01	0,73	15,4	40,6	1,0	393,5
скв. в левом борту р.Кизылкол	9,1	0,93	6,9	111,4	1,00	0,03	0,02	1,80	57,3	46,2	2,0	225,1
нарзан Домбай (скв.)	9,1	2,87	6,9	40,0	2,60	0,42	0,03	4,64	753,2	95,1	5,7	275,2
нарзан Горалыкол	6,4	1,59	6,7	60,0	1,40	0,19	0,07	7,93	202,6	51,8	10,7	264,7
нарзан на р.Битюктюбе	13,2	1,47	6,8	49,7	1,10	0,31	0,02	24,22	344,4	47,8	19,4	183,9
нарзан Кертмели	6,6	1,89	6,7	-30,0	1,50	0,39	0,05	20,24	349,4	56,0	15,8	211,5
нарзан Картжурт	10,6	2,30	6,8	58,3	1,80	0,45	0,12	23,29	553,7	72,1	11,5	170,9

Концентрации РЗЭ в исследованных минеральных водах различны и варьируют от 0,46 до 6,08 мкг/л. Характерной особенностью этих вод является преобладание в них легких РЗЭ в сравнении с тяжелыми РЗЭ,

исключение составляет лишь воды источника нижний нарзан в селе Верхн.Баксан. (ЛРЗЭ:ТРЗЭ составляет 35:65). Во всех остальных случаях количество легких РЗЭ составляет примерно 60,3 – 82,5% от всех РЗЭ в растворе.

Чтобы исключить эффект Оддо-Харкинса, при построении спектров распределения РЗЭ их концентрации нормируют на соответствующий стандарт и используют логарифмический масштаб. Профили распределений РЗЭ для минеральных вод Приэльбрусья, нормализованных к северо-американскому сланцу (NASK), приведены на рисунках 1 и 2. Отчетливо видно, что все спектры распределения РЗЭ характеризуются подъемом кривой в область тяжелых РЗЭ, что типично для многих проявлений холодных углекислых вод [2]. В некоторых источниках фиксируется положительная Eu-аномалия и отрицательная Ce-аномалия, которые контролируются рН и Eh минеральных вод.

По виду спектров РЗЭ все исследованные источники могут быть разделены на две группы: первая группа отличается резким подъемом графика в сторону тяжелых РЗЭ, вторая группа имеет относительно сглаженный пологий вид с незначительным подъемом в сторону ТРЗЭ, без отчетливых аномалий отдельных элементов.

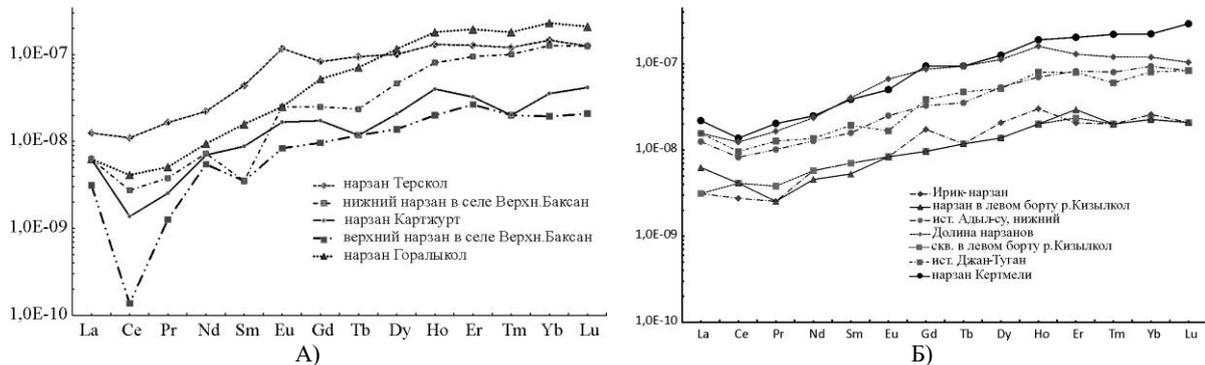


Рис.1 Спектры распределения редкоземельных элементов в исследуемых водах. А – первая группа источников, Б – вторая группа источников.

Отчетливая корреляция общего количества РЗЭ в растворе от концентрации в нем железа (марганца или алюминия) свидетельствует, что именно эти элементы контролируют абсолютные содержания РЗЭ в изученных водах.

Одним из важных механизмов который помогает решить вопрос о мобильности РЗЭ в водных растворах является расчет их форм миграции. В данной работе для расчета неорганических форм миграции РЗЭ был использован программный комплекс Селектор-Windows [3], в котором использовалась база термодинамических данных SUPCRT 2007 содержащая термодинамические параметры для всех РЗЭ. В расчетах использовались следующие компоненты:  $REE^{3+}$ ,  $REE[CO_3]^+$ ,  $REE[HCO_3]^{2+}$ ,  $REE[OH_2]^+$ ,  $REE[Cl]_2^+$ ,  $REE[F]_2^+$ ,  $REE[SO_4]^+$ ,  $REE[O]^+$ ,  $REE[O_2]^-$ ,  $REE[O_2H]^*$ , а также  $Ce^{4+}$  и  $Eu^{2+}$ .

Результаты расчетов свидетельствуют, что основной формой миграции РЗЭ во всех моделируемых источниках являются карбонатные комплексы ( $REE[CO_3]^+$  и  $REE[HCO_3]^{2+}$ ), сульфатные и хлоридные комплексы практически отсутствуют в данных водах. Вторым по распространенности комплексом является форма  $REE^{3+}$ . Установлена отчетливая закономерность в увеличении карбонатных комплексов при движении от легких РЗЭ в сторону более тяжелых РЗЭ. Количество незакомплексованной формы уменьшается в сторону утяжеления РЗЭ.

Таким образом, проведенные исследования показывают, что концентрации РЗЭ в минеральных водах Приэльбрусья имеют средние значения и типичны для минеральных вод подобного химического типа, характеризуются резким превышением легких РЗЭ над тяжелыми, мигрируют в водах в основном в виде карбонатных комплексов и контролируются рН и Eh воды, а также содержанием в водах железа, марганца и алюминия.

#### Литература

1. Чудненко К.В., Карпов И.К. Селектор – Windows. Программное средство расчета химических равновесий минимизацией термодинамических потенциалов. Краткая инструкция. Иркутск. – 2003. – 90 с.
2. Харитоновна Н.А., Челноков Г.А., Чудаев О.В., Брагин И.В., Вах Е.А. Особенности накопления и фракционирования редкоземельных элементов в подземных водах Сихотэ-Алиня // В сборнике *Материалы II Всероссийской научн. конф. с международным участием "Геологическая эволюция взаимодействия воды с горными породами"*. – 2015– Дальнаука. Владивосток, с. 315–319.
3. Shannon, R.D., 1976. Revised effective ionic radii and systematic studies of interatomic distances in halides and chalcogenides. *Acta Cryst.*, A32:751–767.

## Секция 8

# ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

### АНАЛИЗ ПРАВОВОГО РЕЖИМА ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ДЛЯ САДОВОДСТВА, ОГОРОДНИЧЕСТВА И ДАЧНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА

**В.И. Антохонова**

Научный руководитель старший преподаватель М.В. Козина  
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В России наиболее распространенными случаями использования земли в некоммерческих целях являются садоводство, огородничество или дачное хозяйство. С помощью этих видов земледелия выращивается высококачественная сельскохозяйственная продукция, осуществляется отдых граждан, развивается инфраструктура муниципальных образований и решается проблема жилищных условий граждан.

Всего число людей, занимающихся садоводством, огородничеством или дачным строительством, в России на 1 января 2016 года составляло 17281,6 тыс. чел., при этом в данных целях использовалось 1665,1 тыс. га земель [1]. В основном по России отмечается увеличение числа жителей, занимающихся этими видами деятельности, кроме того по состоянию на 1 января 2016 года было зафиксировано более 137,2 тыс. заявлений по предоставлению ЗУ для садоводства, огородничества или дачного строительства.

Целевое назначение земельного участка	Годы						
	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
<b>Садоводство</b>							
Количество (тыс.)	14002,1	14038,5	14055,3	14115,9	14125,6	14155,3	14266,6
Площадь (тыс.га)	1254,8	1259,7	1262,1	1275,8	1282,9	1277,3	1286,2
<b>Огородничество</b>							
Количество (тыс.)	2883,2	2860,8	2838,8	2831,3	2780,4	2746,1	2738,2
Площадь (тыс.га)	289,5	283,4	282,8	286,4	283,7	275,4	271,5
<b>Дачное строительство</b>							
Количество (тыс.)	153,7	172,4	189,8	223,6	233,3	262,5	276,8
Площадь (тыс.га)	46,6	63,8	75,1	92,6	100,8	101,0	107,4

*Рис. 1 Статистика количества человек и площади земельных участков, предоставленных для ведения садоводства, огородничества и дачного строительства*

В связи с ростом числа людей, желающих заниматься садоводством, нововведения в Земельном Кодексе Российской Федерации, затрагивающие порядок предоставления земельных участков в государственной или муниципальной собственности, существенно влияют на взаимоотношения между потенциальными владельцами таких земельных участков и органами государственной власти.

В данной статье представлены результаты анализа произошедших в 2015 году изменений в российском законодательстве касательно процедуры предоставления земельных участков, находящихся в государственной или муниципальной собственности.

Правовое регулирование земель, используемых для ведения садоводства и огородничества, осуществляет Федеральный Закон от 15 апреля 1998 года №66-ФЗ и статьи 66 и 68 ЗК Российской Федерации в соответствии с целью их использования.

В соответствии с этим законом допускается ведение садоводства, огородничества или дачного хозяйства в индивидуальном и коллективном порядке. Во втором случае, граждане с целью ведения данной деятельности могут создавать садоводческие, огороднические некоммерческие и иные объединения [3].

Обязанности по предоставлению гражданам садовых и огородных земельных участков по месту их жительства согласно пункту 1 статьи 13 Федерального закона «О садоводческих, огороднических и дачных некоммерческих объединениях граждан» возлагаются на органы местного самоуправления.

Вместе с тем, определенный законодательством регламент предоставления ЗУ садоводческим, огородническим и прочим некоммерческим объединениям, с момента введения в действие Закона № 171-ФЗ (вступил в силу с 1 марта 2015 года) подвергается некоторым изменениям.

Таким образом, согласно п.1 ст. 14 Федерального закона «О садоводческих, огороднических и дачных некоммерческих объединениях граждан» предоставление земельных участков, находящихся в государственной или муниципальной собственности ранее реализовывалось после процедуры предварительного согласования места размещения соответствующих земельных участков, регулируемым статьей 31 ЗК РФ. С 1 марта 2015 года эта статья была признана утратившей силу и на данный момент в Земельном Кодексе четко определены случаи предоставления ЗУ, находящихся в государственной или муниципальной собственности, с проведением торгов и без. Данное преобразование призвано поддержать граждан, желающих получить возможность заниматься садоводством, огородничеством либо построить жилье.

На первый взгляд, такая новация не случайна, поскольку ранее в соответствии с пунктом 2 статьи 31 Земельного кодекса Российской Федерации орган местного самоуправления по заявлению гражданина или юридического лица либо по обращению исполнительного органа государственной власти обеспечивал выбор земельного участка на основе документов государственного кадастра недвижимости с учетом экологических, градостроительных и иных условий использования соответствующей территории и недр в ее границах посредством определения вариантов размещения объекта и проведения процедур согласования в случаях, предусмотренных федеральными законами, с соответствующими государственными органами, органами местного самоуправления, муниципальными организациями [2].

Однако в законодательстве не были предусмотрены случаи необходимости проведения такого согласования, кто именно должен его производить и основания для отказа в этой процедуре. Вследствие допущенной неточности на практике возникали некоторые трудности при выборе гражданами земельного участка для последующего приобретения, так как обязанности по согласованию места размещения ложились на заинтересованных в приобретении земельных участков лиц.

Кроме того, ранее существующий порядок процедуры приобретения земельных участков для членов зарегистрированного садоводческого, огороднического или дачного некоммерческого объединения не определял вид права, на котором ЗУ мог быть предоставлен бесплатно и порядок предоставления ЗУ при предоставлении их за плату.

Также до изменений в статье 14 Закона №66-ФЗ существовал 5 пункт, согласно которому садоводческим, огородническим и дачным некоммерческим объединениям, сформированным в соответствии с ведомственной принадлежностью или иным принципом, земельные участки предоставлялись в порядке, установленном земельным законодательством [3]. Однако на данный момент в законодательстве не фигурирует ведомственная принадлежность как условие создания таких объединений.

Вдобавок Федеральным Законом №171-ФЗ в Земельный Кодекс РФ вводится статья 39.16, предусматривающая 25 случаев отказа в предоставлении земельного участка в государственной или муниципальной собственности, без проведения торгов [4]. Это значит, что в настоящий момент отказ в предоставлении земельного участка без торгов должен быть обоснован конкретной статьей закона, что дает заинтересованным в приобретении участка лицам определенную уверенность в исходе дела.

В результате проведенного анализа влияния изменений земельного законодательства на существовавший порядок предоставления ЗУ, находящихся в государственной или муниципальной собственности, можно сделать вывод, что данный федеральный закон поднимает качество земельных отношений на новый уровень. Его положения делают земельные ресурсы России доступнее для её граждан и способствуют единству мнений населения и органов государственной власти касательно рационального использования земельных участков.

Также нельзя не признать, что идеи, заложенные в Законе №171-ФЗ, направлены на обеспечение социальной поддержки населения. Например, возможности получения на срок не более пяти лет земельного участка для осуществления сельскохозяйственной деятельности не только гражданам, но и юридическим лицам, а также получение некоммерческими организациями земельных участков в безвозмездное пользование, помогут малоимущим гражданам решить жилищные проблемы, организовать индивидуальное предпринимательство в сельском хозяйстве и развивать инфраструктуру муниципальных образований.

#### Литература

1. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2015 году / Официальный сайт Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии. 2016. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosreestr.ru/site/>.
2. Земельный кодекс РФ от 25.10.2001 №136-ФЗ.
3. Федеральный закон от 11.03.1998 №66-ФЗ «О садоводческих, огороднических и дачных некоммерческих объединениях граждан».
4. Федеральный закон от 23.06.2014 №171-ФЗ «О внесении изменений в Земельный Кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации».

**ВЫЯВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА В РАЙОНАХ С РАЗВИТОЙ  
ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТЬЮ  
(НА ПРИМЕРЕ Г. УСТЬ-КАМЕНОГОРСК КАЗАХСТАН)**

**Д.Р. Балапанова**

Научный руководитель доцент Н.В. Кончакова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Работа крупных индустриальных предприятий горно-металлургической промышленности на протяжении многих лет проявляет негативное влияние не только на состояние окружающей среды, однако и на состояние здоровья жителей города. Усть-Каменогорск причислен к региону повышенной опасности для здоровья населения, что соответствует законодательству Республики Казахстан по всем аспектам качества окружающей среды. Данная местность обладает высокой антропогенной нагрузкой, что характеризуется нарастающим медико-биологическим отклонением от нормы. В связи с имеющейся экологической ситуацией единая направленность здоровья жителей характеризуется, как негативная, что нуждается в создании направленного выполнения срочных муниципальных мероприятий, нацеленных на восстановление природной среды.

Целью данной работы является выявление источников экологических проблем в городе Усть-Каменогорске.

Капитальные перемены состояния окружающей среды Восточно-Казахстанской области за минувший десяток лет в существенной степени обуславливалось унаследованием природоохранных трудностей, сопряженных с работой компаний горно-металлургической направленности и результатам воздействия Семипалатинского испытательного полигона. Экосистемы в одной трети местности существенно изменены. Это сопряжено с тем, что территория имеет ярко выраженную направленность производства в горнодобывающей, металлургической и энергетической отраслях и общую долю промышленности в хозяйственном комплексе составляющую 62% [1]. Данная местность подвергается серьезной антропогенной нагрузке: каждый год в её атмосферу поступает около четырехсот тысяч тонн вредных веществ, в водоемы выбрасывается более трехсот пятидесяти миллионов кубических метров загрязненных вод, а в разного рода хранилищах накопился приблизительно один миллиард тонн твердых отходов. В переработанных рудах помимо цинка, меди и свинца находятся и иные ядовитые компоненты. Кроме того, имеются источники поступления таллия, бериллия, ниобия, лития и других металлов.

Усть-Каменогорск, отображающий собой неповторимую урбанизированную структуру сверхнасыщенную индустриальными предприятиями разной техногенной направленности, является одним из самых загрязненных населенных пунктов Восточно-Казахстанской области. Тут на относительно небольшой территории расположены имеющие большую величину объекты: цветной металлургии, редкометального и атомно-промышленного комплексов, перерабатывающей и пищевой промышленности, транспорта, теплоэнергетики, коммунального хозяйства. Согласно показателю индекса загрязнения атмосферы, Усть-Каменогорск считается одним из самых загрязненных населенных пунктов Казахстана. Город занимает третье место в стране в «Приоритетном списке» (таблица 1) [2].

*Таблица*

*Приоритетный список городов Республики Казахстан по уровню загрязнения атмосферного воздуха*

Город	ИЗА5			Отрасли промышленности, загрязняющие воздух
	2007	2008	2009	
1. Алматы	12,6	13,3	12,9	автотранспорт, энергетика
2. Шымкент	11,2	11,9	9,9	цветная металлургия химическая и нефтеперерабатывающая промышленность
3. Усть-Каменогорск	7,2	7,9	9,6	цветная металлургия энергетика

В атмосфере Усть-Каменогорска присутствует значительно высокое содержание оксида азота, формальдегида, диоксида серы и фенола. В 2001 года рекордное количество выбросов занимает диоксид серы это 71,6%. Кроме того, также прослеживается сезонная ярко-выраженная динамика значительно высокого содержания веществ во время отопительного сезона - пыли и оксида углерода; в летний период, если развивается процедура изменения углеродов прибывающих в атмосферу с продуктами не полного сгорания топлива под воздействием

высоких температур атмосферы, а также солнечной радиации - диоксида серы, формальдегида и диоксида азота; в осенне-зимний период при не подходящих для рассеивания температурах воздуха - диоксида серы [3].

В общем, структура вредоносных элементов в атмосферном воздухе города имеет около 170 веществ, больше 20% из них причисляются к первому классу опасности: мышьяк, хлор, свинец, доля каковых в массовых выбросах не значительна, однако их вред для окружающей среды внушителен; по мимо этого, большая их часть имеет результат суммации, обостряющим внимание на состояние здоровья человека при их совместном нахождении в атмосферном воздухе [4]. Принимая во внимание районные неблагоприятные метеорологические условия (процент шторма равен 48), в атмосфере Усть-Каменогорска накапливается огромное число данных элементов, превышающих предельно допустимые концентрации более чем в 5 раз. Для рассеивания данных вредных примесей антициклональное положение атмосферы создает неблагоприятные условия. Засоряющие элементы в окружающей среде никак не сосредоточены на участке выброса, а трансграничное перемещение промышленных и атмосферных выбросов высокой концентрации вероятен на дистанции от четырехста до пятисот километров, в месте в котором они выпадают в виде осадков на землю, закисляют почву, наносят вред элементам биоценозов, попадают в воду [4].

Согласно сведениям ВК ЦГМ с 1995 года в Усть-Каменогорске отмечено увеличение индекса загрязнения атмосферы. В случае если в 1995 году средний индекс загрязнения атмосферы насчитывал 8,6 единиц, то в 1999 году отмечалось повышение индекса до 17,6 единиц, а в 2000 году индекс повысился до 17,8 единиц. С 1999 по 2001 годы вместе с увеличением количества продукции промышленных предприятий, существенно возросли выбросы загрязняющих веществ в атмосферу и по годам составили соответственно 85,2 тыс. т, 103 тыс. т, 112 тыс. т в год, доля которых составляет 42% всех выбросов области [4]. В результате на одного жителя города в год приходится около 0,3 тонны отравляющих веществ.

В 2005 году индекс загрязненности атмосферы согласно сопоставлению, с 2001 годом значительно снизился, так как уменьшились средние диоксида азота, фенола, диоксида серы, формальдегида. В период с 2005 по 2010 год средние и максимальные значения вредоносных примесей в городе Усть-Каменогорск менялись в небольших границах. Средние значения индекса загрязненности атмосферы в 2005 году составили 8,7 единиц, в 2010 году - 7,2, значения колеблются в зависимости от величины выбросов промышленных предприятий. Резкие колебания значений индекса загрязненности атмосферы отмечались в течение 2010 г., так, в январе 2010 г. в Усть-Каменогорске индекс загрязненности атмосферы составил 11,5 единиц (высокий уровень оценки), тогда как случаев высокого загрязнения атмосферного воздуха в марте зарегистрировано не было и составил 5,8 единиц (повышенный уровень оценки загрязнения).

#### Литература

1. Голдобин В.Н., Урих А.А., Шин Р.Б., Голдобина В.В. // Материалы республиканской научно-практической конференции - Усть-Каменогорск: Изд. ВКГУ, 2003. – С.59 – 62.
2. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за 2009 год. — Алматы, 2010.
3. Экология Восточного Казахстана: проблемы и решения: справочно-информ. вестник / ВКО ТУООС. – Усть-Каменогорск: изд-во ВКГУ, 2002. – С. 88.
4. Экосфера / Восточно-Казахстанский информационно-аналитический ежегодник ВКО ТУООС. – Усть-Каменогорск: изд-во ВКГУ, 2003. – С. 44

### **АНАЛИЗ ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ СВЕРХВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ**

**Р.В. Бедрицкий, Р.П. Тиспиреков**

Научный руководитель профессор А.В. Захарченко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Введение. Строительство линий электропередач на лесных землях вызывает нарушение сложения верхнего слоя почвы, что снижает их продуктивность и обуславливает деградацию земель санитарно-защитной зоны (СЗЗ). Учитывая значительную длину воздушных линий электропередачи сверхвысокого напряжения (протяженность воздушных линий (ВЛ) на 2010 год составила 461,7 тыс. км [3]), деградация земель становится фактором глобального воздействия на биосферу.

Строительство вызывает многочисленные повреждения целостности почвенного покрова территории санитарно - защитной зоны, вызванные раскорчевкой пней, трелевкой стволов, установкой опор и натяжением проводов.

Целью работы является анализ пространственного расположения деградированных земель разной степени нарушения в санитарно-защитной зоне воздушной линии электропередачи (ВЛ СВН) для планирования рационального использования земель.

Объекты и методы. Объектом исследования является техногенный нарушенный почвенный покров санитарно-защитной зоны линии электропередачи вблизи села Ломачевка Кемеровской области (градусы северной широты - 56,14, градусы восточной долготы - 86,84). Линия электропередачи ВЛ-500 кВ ПС «Итатская» - ПС «Ново-Анжерская» № 524 (кадастровый номер СЗЗ - 42.00.2.41) запущена в эксплуатацию в 1967 г. Проведена оценка степени и площади деградации земель СЗЗ на дистанции 880 м. Ранее на территории данной СЗЗ ЛЭП была определена степень почвенных нарушений [1]. Степень нарушения земель диагностируется по наличию цветовой разницы: гумусовый горизонт - серого цвета, элювиальный - белесого цвета и иллювиальный - бурого.

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

Слабонарушенные с поверхности имеют серый, средненарушенные - белесый и сильно нарушенные и насыпные - бурый цвета.

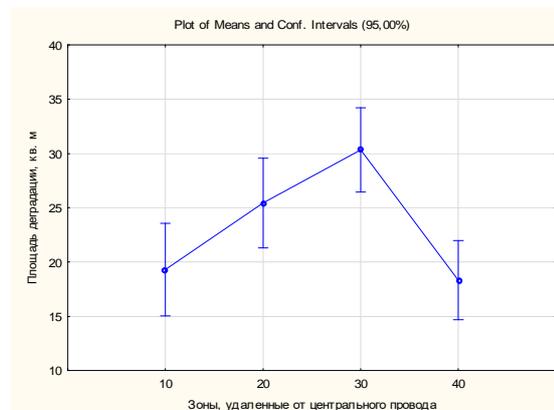
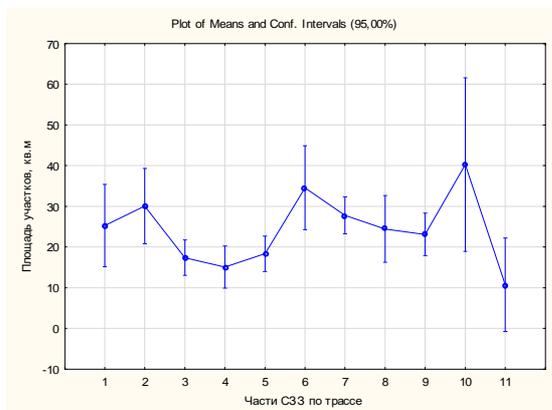
Санитарно-защитная зона составляет 30 метров от центрального провода в обе стороны, однако почвенные нарушения выходят за границы данной зоны, и область фиксации почвенных нарушений увеличена до 40 метров [2]. Картографирование проводится путем разбивки территории на квадраты со сторонами 10 метров. При необходимости квадрат дробится на меньшие части для фиксации всех почвенных нарушений со сложными контурами. При разметке территории используется буссоль и мерная лента. Внутри квадрата описывается морфологическое строение антропогенных почв. Проводится визуальная оценка площади антропогенно-нарушенных почв и фиксируется ее контур. Каждый контур индексирован и занесен в базу данных с описанием его характеристик: площади, периметра, координат относительно опор, типа почв и степени нарушения. Далее в ходе камеральных работ строится карта. На топооснову наносятся сетка и контура почвенных нарушений для оценки степени деградации почв в каждом отдельном квадрате, что дает возможность провести анализ структуры нарушенных земель санитарно-защитной зоны.

Вся территория СЗЗ разбита на блоки. Рядом с опорами и в зоне максимального провиса блоки приняты площадью 4800 квадратных метров. Третья опора краевая и поэтому блок сокращен до 1600 квадратных метров. Остальная территория СЗЗ отнесена к промежуточному блоку.

Нами проведена дальнейшая обработка данных с целью выявления структуры деградированных земель в пределах СЗЗ. Для этого вся изученная территории разбита на квадраты со стороной 10 м. В каждом квадрате проведено определение площади разной степени нарушения почвенного профиля (слабо, средне, сильно нарушенных, насыпных и ненарушенных почв). Объем выборки составил 704 квадрата, на которых произведена оценка структуры деградированных земель.

Для построения карты использовано программное обеспечение AUTOCAD, в качестве топоосновы взят фрагмент космического снимка Google. Результаты оценки вносятся в таблицу Microsoft Excel, статистический анализ данных проводился с использованием пакета Статистика 12 для Windows.

Результаты. Пространственный анализ, выделенных зон вдоль трассы ВЛ СВН, показывает циклическую изменчивость площади деградированных земель (рис. 1 А). Нулевая гипотеза в однофакторном дисперсионном анализе отвергается в вероятностью  $P > 0,99\%$ . Максимальные значения площади деградации наблюдаются в зоне опор (2), далее наблюдается снижение в частях СЗЗ 3, 4, 5 так, что различия средних значений достоверны при  $p < 0,95\%$ . Также наблюдается существенное увеличение деградации в части СЗЗ 6 в области опоры 2. Различия средних достоверно при  $p < 0,95\%$ . Между опорами (части СЗЗ 7, 8, 9) площади участков деградации снижаются. Опора 3 (часть СЗЗ 10) располагается на перегибе склона, поэтому существенно увеличиваются площади нарушенных земель и увеличивается дисперсия, что создает широкий доверительный интервал ( $p < 0,95\%$ ). За опорой 3 площадь деградированных земель существенно сокращается.



**А** **Б**  
Рис. 1 Средние площади участков ( $m^2$ ) деградированных земель вдоль трассы (А): 1 - перед опорой 1, 2 - опора 1, 3 - после опоры 1, 4 - максимальный провис, 5 - после провиса, 6 - опора 2, 7 - после опоры 2, 8 - максимальный провис, 9 - после провиса, 10 - опора 9, 11 - после опоры 3 и поперек трассы (Б): 10 - интервал 0-10 м от центрального провода в обе стороны, 20 - интервал 10-20 м, 30 - интервал 20-30 м, 40 - интервал за СЗЗ 30-40 м

Таблица

Средние площади деградированных земель, доверительные интервалы, объем выборки (N) в зонах вдоль трассы и поперек

Зоны вдоль трассы	Средние размеры площади, $m^2$	Интервал, $p > 0.95\%$	N	Зоны поперек трассы	Средние размеры площади, $m^2$	Интервал, $p > 0.95\%$	N
1	33,45	12,94	112	1	19,31	8,55	176
2	21,80	4,48	494	2	25,44	8,25	176
3	19,68	9,65	98	3	30,34	7,76	176
				4	18,34	7,28	176

Дисперсионный анализ площадей деградированных земель при удалении от центрального провода показал, что нулевая гипотеза отвергается при  $p > 0,95\%$  (рис. 1 Б). Под центральным проводом наблюдается меньшее количество деградированных земель. Их  $k$ -площади возрастают к краям санитарно-защитной зоны. Различия между зонами 10 и 30 достоверны при  $p > 0,95\%$ . За пределами СЗЗ в интервале 30-40 м от центрального провода в обе стороны площадь деградированных земель существенно сокращается.

Вдоль трассы ВЛ СВН по площадям деградированных земель выделены 3 пространственных зоны: 1 - вблизи опоры, 2 - от опоры до зоны максимального провиса и зона максимального провиса - 3 (табл).

Шеффе-тест позволяет показывать, что участок под опорами достоверно отличается от участков вне опор, а средние площади деградация участков от опоры до максимального провиса и в зоне максимального провиса не различаются между собой. Достоверные различия по Шеффе-тесту наблюдаются между 1 и 3 зонами при удалении от центрального провода, а также, между 3 и 4 зонами при  $p > 0,95\%$ .

Таким образом, наибольшее количество деградированных земель приходится на территорию вблизи опор ВЛ СВН и снижается к области максимального провиса, а средние площади деградация участков от опоры до максимального провиса и в зоне максимального провиса не различаются между собой. Деградация земель от центрального провода к периферии СЗЗ возрастает так, что деградация земель под проводом отлична от периферии. Земли за пределами СЗЗ (30-40 м от центрального провода в обе стороны) подвергаются наименьшему воздействию.

#### Литература

1. Захарченко А.В., Пасько О.А., Ипатов Д.В., Раудина Т.В. антропогенные почвы на лесных землях санитарно-защитной зоны воздушной линии электропередачи сверхвысокого класса напряжения // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2016. – Т. 327. – № 11. – С. 86-95.
2. Захарченко А.В., Алексеев В.И., Ипатов Д.В. Иерархическая концепция неоднородности почв и планирование масштаба исследования // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2016. – Т. 327. – № 4. – С. 149 – 163.
3. Справочник по проектированию электрических сетей. / под ред. Д. Л. Файбисовича. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ЭНАС, 2012. – 376 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ СО СПУТНИКА LANDSAT 8 ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ВОЗГОРАНИЯ УГОЛЬНЫХ ОТВАЛОВ (НА ПРИМЕРЕ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

С.Г. Белков

Научные руководители доцент О.С. Токарева, профессор О.А. Пасько

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

При добыче угля открытым способом отработанную породу организуют в отвалы. При достаточно высоких температурах, особенно в летний период, возникает угроза возгорания угольных отвалов. Исходя из приказа Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 23 декабря 2011 г. № 738, если температура участка отвала превышает  $45^{\circ}\text{C}$  или выше более чем на  $5^{\circ}\text{C}$  относительно вмещающих пород, необходимо принимать меры для её снижения, при этом отвал считается горящим. Если имеется хотя бы один очаг с температурой, превышающей  $80^{\circ}\text{C}$ , независимо от его площади, отвал переходит в категорию горящих [2]. К возгоранию отвалов может привести множество факторов. Основные из них это рыхлая структура и наличие углесодержащих пород, что в совокупности с расположением на подветренной стороне способствует самовозгоранию породы [1]. В свою очередь горение отвалов провоцирует лесные пожары, пылевое загрязнение рек, потери потенциально ценных площадей и нарушения в прилегающих экосистемах [5].

Для мониторинга температур отвалов можно использовать космические снимки в инфракрасных диапазонах. Снимки такого рода производятся с помощью спутников дистанционного зондирования Земли. Одним из аппаратов, позволяющих вести съёмку в инфракрасном диапазоне, является тепловая камера TIRS, установленная на спутнике Landsat 8.

В качестве объекта исследования был выбран участок угледобычи на территории Кемеровской области в районе г. Междуреченска. В данной работе были использованы космические снимки со спутника Landsat 8. Для примера, на рис. 1 приведён фрагмент исходного снимка с датой съёмки 29 июня 2015 года, представленный в абсолютных величинах излучения (сырые данные), на рис. 2 - этот же фрагмент после обработки, направленной на вычисление яркостной температуры поверхности по исходным данным. Снимки были получены из архива USGS с помощью сервиса Earth Explorer. Обработка изображений велась с помощью программного обеспечения Erdas Imagine 9.2.

Для определения температуры поверхности использовались данные теплового инфракрасного датчика, полученные в излучении с длиной волны от 10,30 до 11,30 мкм (10 канал, камера TIRS спутника Landsat 8) [4]. Для этого значения пикселей первоначального изображения (рис. 1) были преобразованы в значения спектрального излучения по формуле [6]:

$$L_{\lambda} = M_{\lambda} * Q_{cal} + A_{\lambda}$$

где:

$L_{\lambda}$  - спектральное излучение;

$M_{\lambda}$  - мультипликативный масштабный коэффициент излучения для 10-го канала;

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

$Q_{cal}$  - значение пикселя;

$A_\lambda$  - коэффициент масштабирования аддитивности излучения для 10-го канала.

Затем были рассчитаны значения яркостной температуры (рис. 2) [6]:

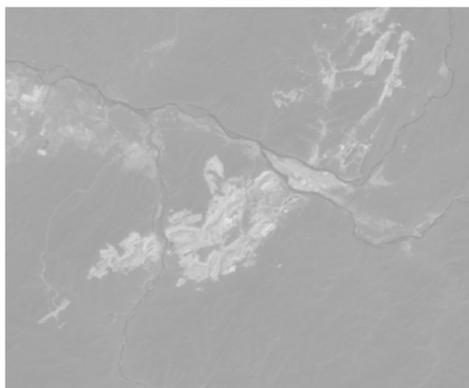
$$T = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L_\lambda} + 1\right)} - 273,15$$

где:

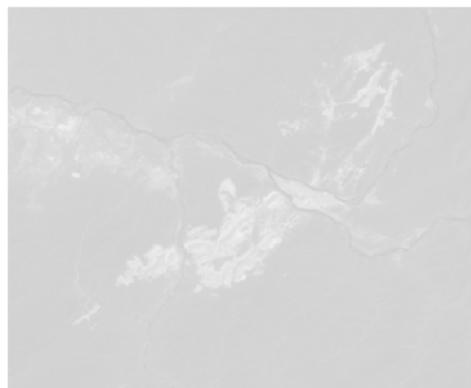
T - яркостная температура в градусах Цельсия;

$L_\lambda$  - спектральное излучение;

K1, K2 - постоянные термического преобразования для 10-го канала



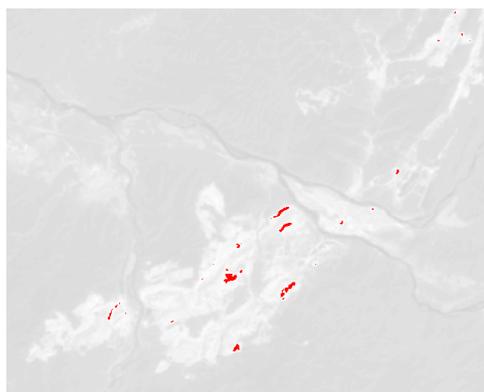
**Рис. 1 Изображение в значениях абсолютного излучения**



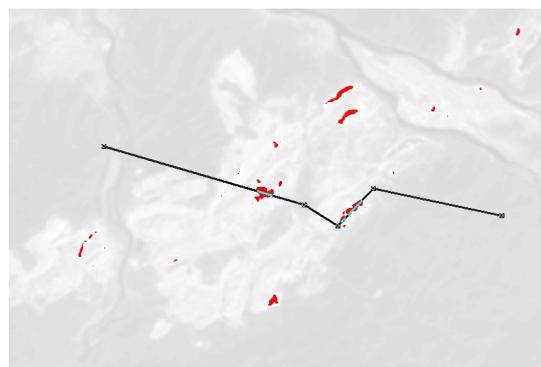
**Рис. 2 Изображение в значениях яркостной температуры**

По изображениям видно, что визуально обработанный снимок незначительно отличается от первоначального. Однако после такой обработки значения пикселей изображения будут равны температуре поверхности.

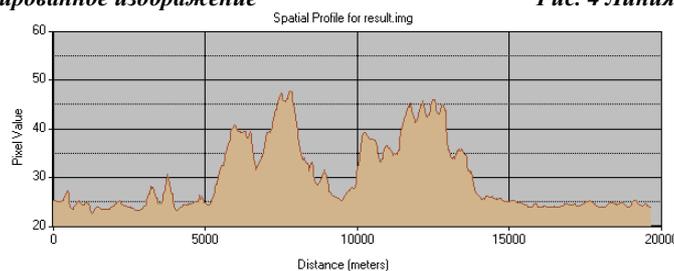
Завершающим шагом будет выделение наиболее горячих областей. Для этого применялось встроенное в Erdas Imagine 9.2 средство неконтролируемой классификации пикселей на основе метода параллелепипедов [3]. После чего класс, соответствующий самым горячим пикселям с температурой от 42°C до 50°C для наглядности, был обозначен красным цветом (рис. 3). Для проверки значений пикселей использовался инструмент построения профилей (рис. 4, 5).



**Рис. 3 Классифицированное изображение**



**Рис. 4 Линия профиля**



**Рис. 5 Значения температуры на линии профиля**

Как видно из графика средняя температура фона составляет 25°C, в то время как температура, соответствующая выделенным участкам, достигает 48°C. Исходя из полученных данных и приведенных выше требований по предотвращению возгорания отвалов, можно сделать вывод о необходимости принятия мер по предупреждению самовозгорания на изученной территории.

Таким образом, с использованием инфракрасных космических снимков со спутника Landsat 8 и средств их обработки возможно выявление угольных отвалов, подверженных чрезмерному нагреванию, и предотвращение возможных пожаров.

#### Литература

1. Беседова Л.М. "Хакаснедра": Какую опасность несут угольные разрезы // Информационное агентство «Хакасия» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.19rus.info/index.php/ekonomika-i-finansy/item/43288-nedra>. Дата обращения 20.12.2017.
2. Инструкция по предупреждению самовозгорания, тушению и разборке породных отвалов. – М.: Изд-во ЗАО НТЦ ПБ, 2013. – 24 с.
3. Токарева О.С. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования земли: Уч. пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 149 с.
4. Landsat-8 / LDCM [Электронный ресурс] // eoPortal Directory [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions//landsat-8-ldcm>. Дата обращения 29.11.2017.
5. John N. Carras, Stuart J. Day, Abou Saghafi, David J. Williams. Greenhouse gas emissions from low-temperature oxidation and spontaneous combustion at open-cut coal mines in Australia // International Journal of Coal Geology. – 2009. – №78. – С.161–168.
6. Zanter K. Landsat 8 (L8) Data Users Handbook. – Sioux Falls, South Dakota, 2016. – 98 с.

### МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ФОРМИРОВАНИЮ ЭКОЛОГО-ХОЗЯЙСТВЕННОГО КАРКАСА С УЧЕТОМ ОСОБЕННОСТЕЙ ЯМАЛЬСКОГО РАЙОНА ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

**К.В. Белоусова**

Научный руководитель доцент Л.Н. Гилёва  
*Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия*

Северные территории занимают большую часть территории Российской Федерации. Они являются, с одной стороны, важнейшим источником углеводородного сырья, а с другой стороны - это территории проживания коренных малочисленных народов Севера, основной деятельностью которых является оленеводство, сбор дикоросов, рыболовство и охотничье промысел.

В статье рассмотрены вопросы по формированию эколого-хозяйственного каркаса (ЭХК), посредством которого устанавливаются и поддерживаются гармоничные отношения между хозяйственной деятельностью человека и природными комплексами.

Под ЭХК понимают единую структуру объединенных и связанных средостабилизирующих, средообразующих, природоохранных, рекреационных и природно-антропогенных систем, которая обеспечивает поддержание экологической стабильности, оптимизацию земле- и природопользования и устойчивое развитие территории [2].

Формирование ЭХК выполняется в несколько этапов: сначала происходит выделение элементов экологического каркаса, затем ранжирование этих элементов, а после - формирование ядра, узлов и экологических коридоров экологического каркаса.

Элементы экологического каркаса выделяются в соответствии с режимами регламентации, к которым относятся особо охраняемый, компенсационный, охранный регулируемый и ограниченный регулируемый режим регламентации [3].

К особо охраняемому режиму регламентации относятся территории, которые имеют природно-заповедное значение и заповедный режим использования. К территориям природно-заповедного значения могут быть отнесены заповедники, национальные парки, памятники истории, дендрологические, ботанические парки, памятники природы, археологии, культуры, ареалы особо уникальных объектов, прибрежные полосы.

К компенсационному режиму регламентации отнесены охранные леса, защитные лесные полосы, охранные нерестовые полосы, искусственные лесопарковые насаждения, водные объекты, болота, т.е. территории, которые имеют средостабилизирующее и средообразующие назначения.

К охранным режиму регламентации отнесены территории, которые имеют природоохранное (например, заказники, памятники природы, охранные зоны вокруг природно-заповедных территорий), рекреационное (например, водоохранные зоны, дома отдыха, пансионаты, зоны отдыха, учебно-туристические тропы, пригородные земельные зоны, участки внутренней рекреации), оздоровительное и историко-культурное назначение, т.е. территории, которые имеют заказной режим использования.

К ограниченному регулируемому режиму регламентации отнесены охранно-стабилизирующего назначения с регулируемым режимом использования, например, зелено-защитные и охранные зоны.

Ядром каркаса выступают особо охраняемые природные территории, помогающие решать задачи сохранения ландшафтного и биологического разнообразия, а также поддерживающие экологический баланс и берегающие уникальные природные объекты.

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

К узлам каркаса относят защитные лесные насаждения, водные объекты, зелено-защитные зоны. Они выступают в качестве связующих элементов и выполняют средообразующие, буферные функции.

Ядра и узлы ЭХК составляют первый блок в его структуре. Вторым блоком являются экологические коридоры, служащие для объединения отдельных частей в единую систему. В качестве экологических коридоров в структуре ЭХК выступают водоохранные зоны рек, зелено-защитные зоны вдоль автодорог, железных дорог и населенных пунктов [2].

Вышеперечисленные методологические положения по разработке ЭХК Северных территорий были детализированы при выделении элементов ЭХК Ямальского района Ямало-Ненецкий автономного округа.

Ямальский район - это один из крупнейших муниципальных районов округа, его площадь составляет 148 тыс. кв. км. Данный район является зоной интенсивного промышленного освоения, главным аграрным сектором Ямало-Ненецкого автономного округа и типичной Северной территорией. К особенностям Ямальского района можно отнести все факторы, характерные для северных регионов страны:

- географическое положение: размещение в тундровой зоне с суровыми климатическими условиями, отдаленность от крупных промышленных центров и экономически развитых районов;
- экономические особенности: наличие мощной минерально-сырьевой базы природных ресурсов и прежде всего углеводородных (нефть и газ). На территории Ямальского района открыто 26 месторождений, из них 11 газовых и 15 нефтегазоконденсатных, разведанные и предварительно оцененные запасы газа которых составляют порядка 16 трлн куб. м.;
- традиционное природопользование, характерное для коренных малочисленных народов Севера (оленьеводство, охотничий и рыбный промыслы, сбор дикоросов, звероводство и др.). Для Ямальского района ключевой отраслью агропромышленного комплекса является оленеводство: более 20 предприятий и организаций различных форм собственности занимаются этой отраслью традиционного природопользования. Основными предприятиями являются МОП «Ямальское», МОП «Панаевское», МОП «Ярсалинское». По состоянию на 1 января 2016 года численность поголовья оленей составляет 235,3 тыс. голов - это 35% от общего поголовья в ЯНАО. Более 152 тысяч оленей содержатся в сельскохозяйственных организациях, более 81 тысячи - в хозяйствах населения, около 1,5 тысячи - у индивидуальных предпринимателей;
- социальные особенности: низкий уровень предложения рабочей силы в местах проживания при высокой степени концентрации отраслей топливно-энергетического комплекса обуславливает использование вахтового метода, низкую плотность и сокращение численности населения;
- экологические особенности: интенсивное промышленное освоение связано с нарушением экологического баланса территорий проживания коренных малочисленных народов, с загрязнением отходами нефтяных и газовых промыслов, разрушением растительного покрова тундры, сокращением площади выпаса оленей, перенасыщенностью оленьих пастбищ, стрессовым состоянием оленьих стад, уменьшением запасов рыбы и морепродуктов, пушного и морского зверя [1].

*Таблица*

*Элементы ЭХК Ямальского района*

Режим регламентации	Структурный блок	Элементы
Охранный регулируемый	Ядра	Государственный природный заказник федерального значения «Нижне-обский»
Особоохраняемый		Государственный биологический (ботанический и зоологический) заказник регионального (окружного) значения «Ямальский»
		Нерестовые полосы и места нагула сига рыб, налима и молоди азиатской корюшки Прибрежные полосы
Компенсационный	Узлы	Защитные леса
Ограниченный регулируемый		Охранные зоны нефтегазовых месторождений
		Участки особо ценных высокопродуктивных оленьих пастбищ
		Участки запасных оленьих пастбищ
Ограниченный регулируемый	Коридоры	Зелено-защитные зоны вдоль автомобильных дорог, железной дороги и населенных пунктов
Охранный регулируемый		Водоохранные зоны

Таким образом, решение вопросов по рациональной организации территории Ямальского района на экологической основе являются актуальными с учетом особенностей развития этой территории и для того чтобы решить проблему сохранения традиционного природопользования в условиях интенсивного промышленного освоения района, были выделены элементы ЭХК, характерные для данной территории (таблица 1).

Особо охраняемые природные территории выполняют главную экологическую функцию в ЭХК, представлены государственным природным заказником федерального значения «Нижне-Обский» и государственным биологическим заказником регионального значения «Ямальский» - эти территории решают вопросы сохранения биоразнообразия и поддерживают экологическую стабильность. К ядрам ЭХК также относятся нерестовые полосы и места нагула сига рыб, налима и молоди азиатской корюшки, прибрежные полосы, которые позволяют решать задачи сохранения традиционного природопользования. Охранные зоны нефтегазовых

месторождений, которые представляют узлы ЭХК и установлены как территории, в радиусе одного километра от крайнего куста скважин месторождения, участки особо ценных высокопродуктивных и запасных оленьих пастбищ, как элементы традиционной хозяйственной деятельности выполняют главную хозяйственную функцию в ЭХК. В качестве коридоров ЭХК выделены зелено-защитные зоны вдоль автомобильных и железных дорог, вокруг населенных пунктов, водоохранные зоны, которые связывают в единую сеть ядра и узлы каркаса для усиления их функциональной экологической и хозяйственной роли.

Эколого-хозяйственный каркас Северных территорий должен выступать не только формой охраны окружающей среды, но и способом управления земельных ресурсов через регламентацию режимов использования его основных элементов.

#### Литература

1. Гилёва Л. Н. Эколого-хозяйственное обоснование рационального землепользования на территории Ямало-ненецкого автономного округа: автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.26 / Л. Н. Гилёва, СПбГУ. – Санкт-Петербург, 2015. – 12 с.
2. Кочергина З.Ф. и др. Методические положения разработки эколого-хозяйственного каркаса устойчивого развития Северных территорий / З.Ф. Кочергина, Л.Н. Гилёва // Омский научный вестник – Омск, 2012. – С. 232 – 235.
3. Кочергина З.Ф. Формирование экологического каркаса территории / З.Ф. Кочергина // Развитие инновационного потенциала агропромышленного производства: матер. II Межд. Науч.-практ. Конф., посвящ. 60-летию экон. Ф-та – Омск, 2008. – С. 248-251.

### РАЗВИТИЕ ТЕРРИТОРИИ Д. ГУБИНО В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗОНЫ САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ ТОМСКОГО ПОДЗЕМНОГО ВОДОЗАБОРА

А.Ю. Бузина

Научный руководитель ассистент Л.Н. Чилингер

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Устойчивое развитие землепользования на территории населенного пункта является одной из основных задач в сфере земельных отношений. Такой фактор, как соблюдение требований законодательства по использованию земель в условиях ограниченного режима, является необходимым для выполнения этой задачи и актуальным как на территории Томской области, так и на территории других регионов.

В качестве примера для анализа выбрана деревня Губино, входящая в состав Моряковского сельского поселения и расположенная на северо-западе Томского района Томской области. Границы д. Губино в настоящий момент постоянно расширяются в связи с активной застройкой малоэтажными зданиями и развитием сельского хозяйства. Вблизи д. Губино проходит Томский подземный водозабор, который является единственным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Томска. Охрана водозабора обеспечивается санитарно-защитной полосой. Отдельные виды деятельности на такой территории ограничены или запрещены и её освоение должно проходить с соблюдением установленных правил и норм [4].



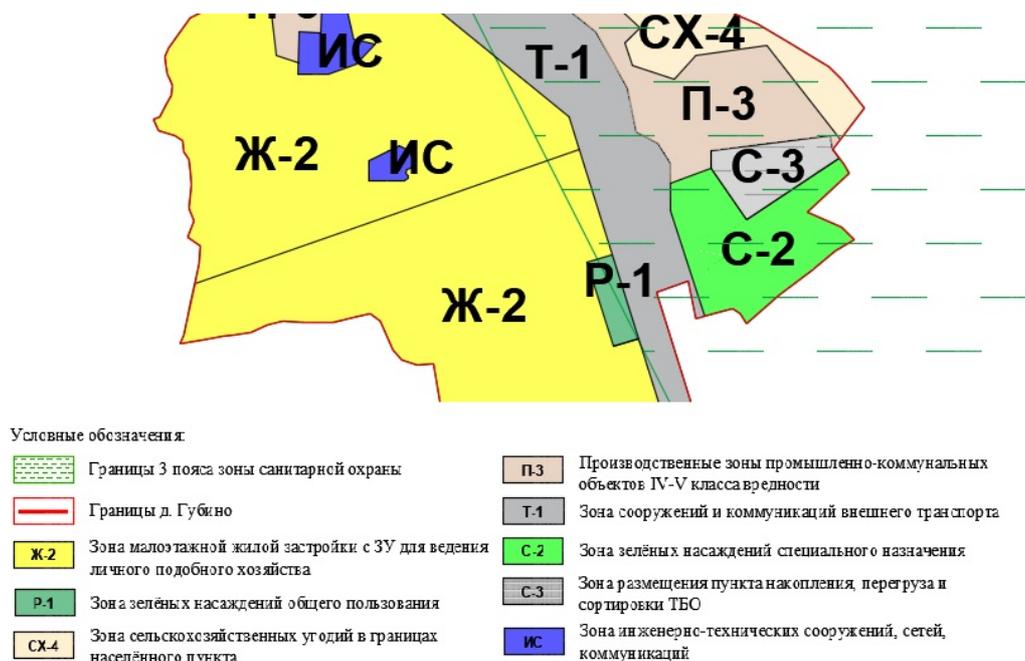
**Рис. 1** Фрагмент снимка д. Губино со спутника с границами деревни, границами 3 пояса ЗСО, вновь освоенными территориями жилой застройки

На рисунке 1 можно наблюдать, что территория на северо-востоке деревни расположена в границах третьего пояса зоны санитарной охраны водозабора (ЗСО) Границы третьего пояса ЗСО поставлены на государственный кадастровый учёт в 2014 году. Расширение границ деревни происходит в южном, юго-восточном и северо-восточном направлениях. В остальных направлениях расширение границ невозможно в связи с

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

расположением в этой области особо охраняемой природной территории - припоселкового кедрача общей площадью 391 га, массивы кедровых лесов которого имеют высокий класс эстетической ценности [3].

В пределах санитарно-защитной полосы устанавливается специальный режим и определяется комплекс мероприятий, которые препятствуют ухудшению качества воды. Третий пояс ЗСО включает территорию, предназначенную для защиты водоносного пласта от химических загрязнений. В частности, мероприятия по третьему поясу включают в себя: выявление и восстановление скважин, представляющих опасность в части загрязнения водоносных горизонтов и запрещение закачки отработанных вод в них, запрещение подземного складирования твердых отходов и разработки недр земли, запрещение размещения объектов, обуславливающих опасность химического загрязнения подземных вод. Помимо этого, бурение новых скважин и новое строительство на территории третьего пояса, связанное с нарушением почвенного покрова, производится при обязательном согласовании с центром государственного санитарно-эпидемиологического надзора [4].



**Рис. 2 Фрагмент карты градостроительного зонирования д. Губино**

На территории д. Губино отсутствует водопровод. В подобных населенных пунктах собственники жилых зданий часто устраивают водоснабжение своего дома самостоятельно путем бурения скважины на территории земельного участка. Однако, глубина бурения скважин захватывает только палеозойский и верхний четвертичный горизонты, которые маловодны, в результате чего уже ощущается дефицит воды особенно в летний сезон (например, в Заречном сельском поселении). Кроме того, осуществление подобных видов деятельности должно согласовываться с центром государственного санитарно-эпидемиологического надзора [4].

Согласно правилам землепользования и застройки (ПЗЗ) Моряковского сельского поселения, зона размещения пункта накопления, перегруза и сортировки твердых бытовых отходов (С-3) в д. Губино находится в границах третьего пояса ЗСО, что можно наблюдать на рисунке 2 [1].

Это подтверждается сведениями публичной кадастровой карты, согласно которой на данной территории расположен земельный участок, предназначенный для размещения твердых бытовых отходов. Согласно Водному кодексу РФ размещение таких объектов не допускается на водосборных площадях подземных водных объектов, которые используются для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения [2]. СП 2.1.7.1038-01 «Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов» также не допускает размещение данных объектов на территории зон санитарной охраны водисточников [5].

Вновь освоенные территории жилой застройки д. Губино попадают в границы третьего пояса зоны санитарной охраны Томского подземного водозабора, за которыми должен осуществляться особый контроль соответствующих органов. Вышеперечисленные виды деятельности, осуществляющиеся в границах третьего пояса ЗСО, могут оказывать негативное влияние на качество питьевой воды, поступающей в г. Томск, в котором с 1973 года в качестве основного источника водоснабжения используется подземный водозабор.

Данные проблемы актуальны для всех регионов РФ и подлежат решению как глобально, так и локально. К глобальным путям решения относятся такие мероприятия, как последовательное и взаимосвязанное внесение сведений в ЕГРН, внесение изменений в ПЗЗ с учётом ЗСО водозабора. Но приступить к решению данных проблем можно уже сегодня на местном уровне, не внося изменений в действующее законодательство, проведя такие мероприятия, как уведомление землепользователей об ограничениях в использовании земельных участков и ограничение хозяйственной деятельности в пределах 3 пояса ЗСО Томского подземного водозабора.

Литература

1. Администрация Моряковского сельского поселения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://moryakovka.ru/>.
2. Водный кодекс Российской Федерации. Федеральный закон от 03.06.2006. № 74 -ФЗ (ред. от 29.07.2017).
3. ООПТ Томской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://green.tsu.ru/oopt/>.
4. Санитарные правила и нормативы: СанПиН 2.1.4.1110-02 Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения.
5. Свод правил: СП 2.1.7.1038-01 Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов.

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗЕМЕЛЬНОГО ФОНДА И ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**И.А. Гаспаревич**

Научный руководитель А.В. Колмыков

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки, Республика Беларусь*

Земельные ресурсы Республики Беларусь - это часть земельного фонда страны, которая используется для народного хозяйства, а также является основным средством производства в лесном и сельском хозяйстве.

Земельный фонд Республики Беларусь - это общая площадь страны, которая остаётся практически неизменной и по состоянию на 1 января 2017 года составляет 20 759,6 тыс. га.

Земельный фонд страны по состоянию на 1 января 2017 года распределен следующим образом (по категориям землепользователей) [1]:

- земли сельскохозяйственных организаций - 8717,4 тыс. га (42% от общей площади);
  - земли крестьянских (фермерских) хозяйств - 171,2 тыс. га (0,8% от общей площади);
  - земли граждан - 1318,8 тыс. га (6,4% от общей площади);
  - земли организаций промышленности, транспорта, связи, энергетики и иного назначения - 691,1 тыс. га (3,3% от общей площади);
  - земли организаций природоохранного, оздоровительного, рекреационного и историко-культурного назначения - 876 тыс. га (4,2% от общей площади);
  - земли государственных лесохозяйственных организаций - 8240 тыс. га (39,7% от общей площади);
  - земли организаций, эксплуатирующих и обслуживающих гидротехнические и другие водохозяйственные сооружения - 40,3 тыс. га (0,2% от общей площади);
  - земли общего пользования - 358,6 тыс. га (1,7% от общей площади);
  - земли запаса - 346,4 тыс. га (1,7% от общей площади);
- Наибольшая часть площади земельного фонда страны занята сельскохозяйственными землями - это участки земли, которые используются в сельскохозяйственном производстве. Они различаются по сельскохозяйственному назначению и природным особенностям. Сельскохозяйственные земли занимают наибольшую площадь (8581,9 тыс. га) в структуре земельного фонда страны, что говорит о высокой степени сельскохозяйственной освоенности территории Республики Беларусь.

Изменение структуры земельного фонда страны обусловлено природно-климатическими условиями, физико-географическим положением, антропогенным воздействием, а также спецификой хозяйственного освоения и использования территорий. На протяжении последних десятилетий отслеживается не благоприятная динамика сельскохозяйственных земель, а именно сокращение их площади. Так, за последние десять лет площадь сельскохозяйственных земель уменьшилась на 282,3 тыс. га.

Наряду с уменьшением площади сельскохозяйственных земель, необходимо отметить увеличение площади лесных и лесопокрытых земель, земель, занятых дорогами, транспортными коммуникациями, застройкой. Их площадь увеличилась на 447,9 тыс. га. Сельскохозяйственные земли, в соответствии с кадастровым учётом подразделяются на пахотные, луговые, под постоянными культурами (садами, многолетними насаждениями), залежные.

Наиболее высокую ценность и значимость представляют пахотные земли, под ними подразумеваются сельскохозяйственные земли, систематически перепашиваемые и используемые для посева сельскохозяйственных культур, включая посеvy многолетних трав [2]. С каждым годом наблюдается значительное сокращение пахотных земель, так, с 2003 г. по 2017 г. их площадь сократилась на 106,2 тыс. га. Также обеспеченность сельскохозяйственными землями каждого жителя страны снизилась с 1,1 до 0,87 га.

Потери сельскохозяйственных земель в 2017 г. составили 41,4 тыс. га, увеличение площади лесных земель и земель под древесно-кустарниковой растительностью - 87 тыс. га. Проявляющаяся в последние годы тенденция к увеличению площади лесных земель и земель под древесно-кустарниковой растительностью и уменьшению площади сельскохозяйственных земель обусловлена оптимизацией структуры землепользования, одним из направлений которой является перераспределение и вывод из оборота малопродуктивных, мелкоконтурных или заболоченных сельскохозяйственных и их передача в другие виды земель, в том числе в лесные земли, а также отводами земель под различные виды строительства, промышленные объекты, на природоохранные цели. Сельскохозяйственная освоенность территории Беларуси достаточно высокая, хотя наблюдается тенденция постепенного снижения этого показателя и на 1 января 2017 года составляет 41,3 %.

Особенно важным аспектом является правильное управление земельными ресурсами.

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

Управление земельными ресурсами в Республике Беларусь определяется государственной земельной политикой проводимой государством, целью которой является повышение эффективности использования и охраны земельных ресурсов как неотъемлемого условия устойчивого социально-экономического развития страны. Так, управление землями сельскохозяйственного назначения имеет следующие особенности:

- использование функций земли как производительной силы и незаменимого средства производства;
- предоставление земель, имеющих высокую кадастровую оценку, организациям, предприятиям, учреждениям, гражданам, занимающихся сельскохозяйственным производством для сельскохозяйственных нужд;
- заботиться о сохранении и повышении плодородия земель сельскохозяйственного назначения;
- наличие особого порядка изъятия таких земель для иных, не связанных с сельскохозяйственным производством целей;
- наличие строгой имущественной, дисциплинарной, административной ответственности для виновных в нарушении правового режима сельскохозяйственного землепользования [3].

В настоящее время, несмотря на снижение площадей сельскохозяйственных земель, эффективность их использования возрастает, это связано с оптимальным распределением земель по сферам и отраслям народного хозяйства. Однако сельскохозяйственное использование земель не всегда может быть более рациональным по отношению к другим. Для гармоничного развития экономики страны необходимы отводы под промышленное, транспортное, жилищное строительство, на рекреационные цели все новых и новых земель. Главная задача в том, чтобы изъятие земель сводилось к минимуму и по возможности осуществлялось вовлечение в народнохозяйственный оборот ранее не используемых территорий.

В целях создания условий для устойчивого развития агропромышленного комплекса Республики Беларусь и выполнения Государственной программы развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016 -2020 годы необходимо повышение результативность использования земель сельскохозяйственными организациями, принятие мер по сокращению площадей земель сельскохозяйственного назначения, а именно:

- уменьшение площади сельскохозяйственных земель подверженных деградации;
- вовлечение в сельскохозяйственный оборот ранее неиспользуемых земель;
- ужесточить нормы отвода земель сельскохозяйственного назначения для несельскохозяйственных целей;
- повышение плодородия почв сельскохозяйственных земель;
- увеличение интенсивности государственного контроля за изъятием и предоставлением земель сельскохозяйственного назначения.

### Литература

1. Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.gki.gov.by/ru/activity\\_branches-land-reestr/](http://www.gki.gov.by/ru/activity_branches-land-reestr/). Дата доступа: 29.10.2017 года.
2. Кодекс о земле Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kodeksy.by/kodeks-o-zemle/>. Дата доступа: 01.11.2017.
3. Управление земельными ресурсами: учебное пособие/ В.А. Свитин. – Горки: БГСХА, 2017. – 426 с.
4. Колмыков А.А. Землеустроительное обеспечение организации рационального использования земель сельскохозяйственного назначения / А.В. Колмыков. – Горки: БГСХА, 2013. – 337 с.

## **РОЛЬ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОЕКТОВ ПЛАНИРОВКИ И МЕЖЕВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ**

**Н.В. Гатина, М.В. Козина**

Научный руководитель старший преподаватель М.В. Козина

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Земельные отношения, уровень принятия решений городского планирования в развитии территории, а также возможности современных информационных технологий и картографическое, геодезическое обеспечение определяют эффективность деятельности в сфере градостроительства. Таким образом, перспективное развитие городских районов, прежде всего, связано с помощью муниципального управления в области земельного и имущественного комплексов. Такое управление подразумевает формирование и развитие благоприятной и комфортной среды обитания, средств к существованию и социально-экономической системы. Документы территориального планирования предназначены для определения стратегии территориального, социально-экономического, экологического развития крупных территориальных образований.

Для наиболее детальной организации эффективного процесса использования земельных ресурсов, а также развития земельно-имущественного комплекса городских урбанизированных территорий в соответствии с принципами устойчивого развития, государство наделило особым приоритетом проекты планировки и межевания территории, которые определяют особенности землепользования на территории квартала или микрорайона. Таким образом, проекты планировки оказывают влияние на концентрацию населения, зданий и сооружений, инфраструктуры, интенсивность техногенных воздействий, а также на формирование рыночных условий.

Для обоснования решений, принимаемых в таких проектах особое место, занимают материалы инженерных изысканий, поскольку инженерно-геологические условия, оказывают влияние на условия проектирования и

строительства, а также на эксплуатацию инженерных сооружений соответствующего назначения, следовательно, влияют на экономические, эстетические и инженерные решения, принимаемые в городе.

Территория города Томска относится к потенциально опасным по развитию экзогенных условий. В своих работах многие исследователи, такие как В.Е. Ольховатенко, В.К. Попов, Г. М. Рогов, В.А. Коробкин, Г. П. Щербак и др. отмечали, что в пределах территории г. Томска широким развитием пользуются различные негативные физико-геологические процессы и явления. К негативным физико-геологическим процессам и явлениям, развивающимся на территории г. Томска, относятся подтопление, оползни, заболачивание, морозное пучение и другие [1]. Также на территории города существует опасность сезонного затопления отдельных участков в прибрежной полосе во время паводка. Таким образом, инженерно-геологические условия г. Томска находятся в сложной зависимости от тектонического, геоморфологического, геологического строения, гидрологических, гидрогеологических условий, от степени развития опасных физико-геологических процессов и явлений, которые должны в обязательном порядке учитываться в документах по планировке территории для принятия градостроительных решений.

Федеральным законом № 373-ФЗ от 03.07.2016 для совершенствования регулирования подготовки, согласования и утверждения документации по планировке территории и обеспечения ее комплексного и устойчивого развития установлено требование о подготовке документации по планировке территории с обязательным использованием материалов и результатов инженерных изысканий. Также согласно ст. 41.2 Градостроительного кодекса Российской Федерации подготовка документации по планировке территории осуществляется в соответствии с материалами и результатами инженерных изысканий. Виды, состав, порядок и форма инженерных изысканий устанавливаются Правительством Российской Федерации [2].

Согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 31.03.2017 № 402 необходимость выполнения инженерных изысканий обуславливается недостаточностью имеющихся материалов инженерных изысканий, расположенных в информационных системах для обеспечения деятельности по развитию городов, а также если невозможно использовать ранее выполненные инженерные изыскания с учетом срока их давности [3]. В тоже время, согласно части 8 статьи 43 Градостроительного кодекса Российской Федерации при подготовке проекта межевания допускается использование материалов и результатов инженерных изысканий, полученных для подготовки проекта планировки данной территории, не ранее чем пять лет со дня их выполнения [4]. Это означает, что при разработке проекта межевания отдельно от проекта планировки, материалы инженерных изысканий, выполненные при разработке проекта планировки, могут быть использованы для подготовки проекта межевания.

Кроме того, возможность использования определенных типов инженерных изысканий с учетом их периода ограничения устанавливается отдельными правилами.

Так, согласно п. 7.2 СП 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть VI. Правила производства геофизических изысканий» возможность использования материалов инженерных и геологических изысканий прошлых лет в связи с ограничением их получения (если прошло более 2-3 лет с момента окончания исследования до начала проектирования), следует устанавливать с учетом изменений, которые произошли за это время на территории обследования: рельефа, гидрогеологических условий, техногенных воздействий [5]. Идентификация таких изменений должна проводиться на основе результатов обследования исследуемой территории, которые проводятся до разработки программы инженерных и геологических изысканий.

Согласно п. 5.60 СП 11-104-97 «Инженерно-геодезические изыскания для строительства», инженерные и топографические планы должны быть созданы в результате топографических съемок или составлением по материалам съемок большего масштаба со сроком давности, как правило, не более 2 лет [6]. В этом случае такие планы следует обновлять только в определенных случаях: в районах, где общие изменения ситуации и местности составляют более 35%, топографическая съемка должна проводиться заново; инженерные и топографические планы, составленные по данным съемки на высоте снежного покрова более 20 см, подлежат обновлению.

Таким образом, срок давности для инженерных изысканий, установленных Градостроительным кодексом Российской Федерации, не является универсальным для всех видов инженерных изысканий, предусмотренных постановлением Правительства Российской Федерации № 402 от 31 марта 2017 года.

В то же время на практике подготовка градостроительной документации по планированию территории не всегда требует одновременного использования всех типов инженерных изысканий [7]. Но, поскольку действующие правила не уточняют, в какой мере должны применяться материалы и результаты изысканий различных видов, обязательно использовать их все.

На территории, в отношении которой, осуществляется подготовка документации по планировке территории, правительством РФ установлена необходимость проводить оценку природных условий, а также определять факторы техногенного воздействия на окружающую среду и прогнозировать их изменения в целях обеспечения рационального и безопасного использования указанной территории.

На конец 2 квартала 2017 г., количество утвержденных проектов планировки и межевания разработано на 20.85% территории г. Томска, из них утверждено 16.48%. При этом ни в одном из проектов не учтены инженерно-геологические особенности территории города, что означает отсутствие возможности оценить природные условия территории, в отношении которой подготовлена документация по планировке территории, содержащая в себе границы планируемого расположения объектов капитального строительства и их предельные параметры. А также в таких проектах отсутствуют рекомендованные мероприятия по защите территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, несмотря на особенности физико-геологических процессов.

Литература

1. Попов В. К. Экологизация кадастровой оценки земель для устойчивого развития урбанизированных территорий / В. К. Попов, М. В. Козина // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ]. Инжиниринг георесурсов. – 2015. – Т. 326, № 11. – С. 98-105.
2. «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 г. № 190-ФЗ (ред. от 31.12.2017).
3. Постановлению Правительства Российской Федерации от 31.03.2017 № 402 «Об утверждении Правил выполнения инженерных изысканий, необходимых для подготовки документации по планировке территории, перечня видов инженерных изысканий, необходимых для подготовки документации по планировке территории, и о внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 19 января 2006 года N 20».
4. Федеральный закон «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации, отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования регулирования подготовки, согласования и утверждения документации по планировке территории и обеспечения комплексного и устойчивого развития территорий и признании утратившими силу отдельных положений законодательных актов Российской Федерации» от 03.07.2016 N 373-ФЗ (последняя редакция).
5. СП 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть VI. Правила производства геофизических изысканий».
6. СП 11-104-97 «Инженерно-геодезические изыскания для строительства».
7. СНиП 2.01.15-90 «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения проектирования».

**АНАЛИЗ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СНЕЖНЫХ ОТВАЛОВ  
(Г. ТОМСК)**

**А.А. Голещихина**

Научный руководитель профессор А.В. Захарченко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Актуальность исследованию придает то, что снежные отвалы в отдельных случаях размещаются на территории города без согласования с контролирующими органами власти, что создает экологическую напряженность, а использование земель происходит не по целевому назначению в нарушение законодательства. Для решения этих вопросов соответствующие поправки были одобрены в двух чтениях депутатами Томской Областной Думы. Как отметил заместитель Губернатора: «Существуют опасения, что теперь снежные отвалы можно будет размещать везде, но есть нормы закона и рычаги, чтобы такие площадки не появлялись там, где захочется. Это прописано в правилах землепользования и застройки [1]».

Целью работы является анализ водно-физических свойств почв земельного участка снежного отвала для решения проблем с водоотведением, возникающих при снеготаянии.

Объекты и методы исследования

Снежный отвал расположен вблизи авторынка, по адресу пос. Хромовка 35/2, Томской области. В Едином государственном реестре прав на недвижимое имущество и сделок с ним «02» марта 2015 года сделана запись регистрации № 70-70/001-70/087/2015-2002/1 о данных по снежному отвалу.

Объект находится на землях населенных пунктов, функционально земельный участок рассматривается для размещения снегоотвала, поэтому использование этой территории является законной.

Для изучения химических, физических свойств почв, пополнения почвенных коллекций, отобраны в полевых условиях почвенные образцы. Отбор проб проведен в период активного таяния снежного отвала в период с июля по сентябрь. Выбрана точка на границе снежного бурта. В течение каждого отбора проб в разное время точка не изменяет свое место положения, тогда как граница снежного бурта отодвигается в результате таяния. При отборе проб использован метод бурения.

Влажность в почвах на объекте определена термостатно-весовым методом (ГОСТ 28268-89), параллельно измерена температура, отбор проб которых осуществлен в три срока (в конце июля, августа, сентября). Коэффициент фильтрации - показатель, характеризующий то, какую толщину грунта пройдет вода в течение суток, то есть насколько его плотность влагопропускаема. Определение коэффициента фильтрации осуществляется с использованием полевой лаборатории Литвинова на пробах ненарушенного сложения. Коэффициент фильтрации имеет линейную зависимость от температуры, поэтому параллельно измерению влажности измеряется температура (ГОСТ 112-78). Предельная полевая влагемкость, полная влагемкость почвы, предельная полевая (наименьшая) влагемкость определяется на тех же пробах, что коэффициент фильтрации по стандартным методикам [3]. Отбор проб на определение водно-физических свойств проведен в конце сезона снеготаяния (октябрь).

Результаты и обсуждение

Снежный покров депонирует аэрозольное загрязнение атмосферного воздуха [1]. Наибольшую долю загрязнения получает снег, выпадающий в промышленных районах, рядом с трассами, железными дорогами и т. д. Кроме того, на снежные отвалы поступает снежная масса, загрязненная песком, солями, тяжелыми металлами, которые используются для антигололедных мероприятий.

Летом происходит таяние снега, накопленного в зимний период. Образующаяся вода движется двумя путями: через инфильтрацию и через поверхностный сток. Если коэффициент фильтрации высокий, то будет преобладать внутрипочвенная сток, если низкий - то поверхностный сток [3]. Оценка величины коэффициента фильтрации позволит судить о том, какое движение влаги преобладает на снежном отвале (табл. 1).

Таблица 1

Определение физических свойств почвы на снеготвале в п. Хромовке

Глубина слоев	температура, С <sup>0</sup>	% от объема		коэфф. фильтрации		плотность, г/см <sup>3</sup>
		НВ.	ПВ.	мм/с	мм/ч	
0-30	6,5	18	30	0,001	4,5	1,60
31-60	7	28	38	0,008	27,3	1,52
61-90	6,5	40	47	0,001	1,8	1,33

Почва показывает низкую температуру в момент отбора проб (~7°С), так как пробы были отобраны в начале октября.

Наименьшая и полная влагоемкость увеличивается по профилю почвы. Это обусловлено тем, что с глубины 30 см присутствуют верхние горизонты естественной погребенной почвы с уменьшением в этом направлении плотности горизонтов и увеличением их пористости. Коэффициент фильтрации имеет низкое значение в верхней части почвы (0-30 см) и возрастает в части погребенной почвы до 27,3 мм/час, но глубже 60 см фильтрация понижается до 1,8 мм/час.

Гранулометрический состав определяет многие физические, физико-химические, химические и биологические свойства почв (табл. 2). Высокое содержание крупного песка (до 50%) в верхних горизонтах почвы на снежном отвале, можно объяснить его привнесением со снежными массами, собранными с дорожных покрытий. В исследованных почвах заметно высокое содержание фракции ила <0,001 в нижней части профиля (24,4%), в то время как верхняя часть профиля обеднена ей.

Таблица 2

Гранулометрический состав [2]

Горизонт, гл., см.	Содержание фракций в процентах, %						Фракция >0,01	Фракция < 0,01	Название горизонта
	1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001			
I (0-8)	47,1	36,9	5,7	5,6	2,9	1,8	89,7	10,3	Связно-песчаный
AB (10-20)	6,7	9,6	41,6	15,7	12,8	13,6	57,9	42,1	Средне-суглинистый
B1 (40-50)	2,5	7,5	38,2	16,2	12,4	23,2	48,2	51,8	Легко-глинистый
B2 (80-90)	1,9	6,7	34,6	18,5	13,9	24,4	43,2	56,8	Легко-глинистый

Отмечается очень низкая фильтрация воды 0,001 м/сек (4,5 м/час) в связно-песчаной верхней части профиля, что можно объяснить лишь поступлением с тальми водами в почвы ила, вызывающего коагуляцию пор. Под иллювиальным легко-глинистым слоем выделяется слой повышенной фильтрации от относительно выше и ниже лежащих слоев с коэффициентом фильтрации 27,3 мм/час. Глубже него фильтрация очень низкая и составляет 1,8 мм/час. На мысль о коагуляции, образующейся при фильтрации талых вод снежного отвала наталкивает и данные плотности почв, которая уменьшается с глубиной по профилю, что должно способствовать увеличению фильтрации, тогда как она снижается.

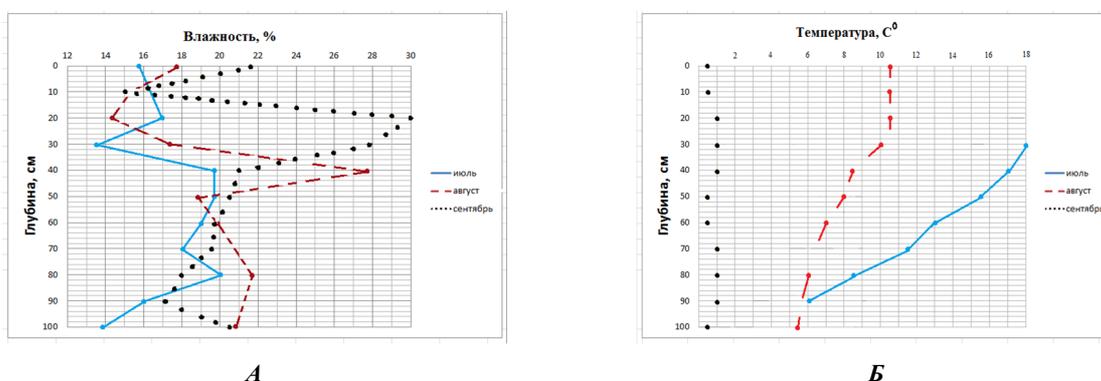


Рис. 1 Определение влажности (А) и температуры (Б) в период активного снеготаяния: июль, август, сентябрь

При небольшом числе сроков наблюдений данные об изменении влажности и температуры можно изобразить в виде диаграммы влажности и температуры почвы (рис. 1).

Каждый срок наблюдения изображается отдельной линией, по уклону линии можно судить о величине градиента влажности.

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

Профиль изменения влажности с глубиной показывает, что в июле влага не поступала в почву, хотя край снежного бурта находился рядом с точкой отбора пробы и почва прогрелась. В августе край снежного бурта отступил на 15 м в слой 40-50 см стала поступать влага. В сентябре край бурта отодвинулся от точки отбора на 30 м и наблюдается увеличение влажности слоя 10-30 см за счет выпадающих дождей. В слое 50-60 см влажность в течение сезона не изменяется, что говорит о том, что является естественным водоупором. Рассматривая поочередно линии графика, видно, как низкая по всему профилю влажность в июле повышалась в период с августа по сентябрь только в верхней части почвы (0-40 см), что указывает на то, что внутрипочвенный сток в течение активного сезона не происходит.

Установлено, что почвы на снежном отвале имеют низкую фильтрацию, что обусловлено низкими температурами почвы, коагуляцией верхней песчаной части профиля почв и наличием слоя с низкой водопроницаемостью ниже 60 см. Почвы вблизи снежного бурта прогревается в июле до температуры 20°C и падает с глубиной и в течение вегетативного сезона к осени. Показано, что влажность почв в течение активного снеготаяния снежного бурта не превышает НВ, следовательно, инфильтрации в почвах не происходит. Таким образом, весь объем, образующихся на площадке талых вод, поступает в виде неорганизованного стока в объекты окружающей среды, являясь источником загрязнения расположенной вниз по склону водоохраной зоны и вод р. Ушайка. Переувлажнение почвы приводит к переувлажнению склона ниже снежного бурта. Необходимо перехватывать талые воды вблизи снежного отвала и отводить их подготовленные резервуары (или котлованы) отстойники для водоочистки и организованного водоотведения.

### Литература

1. Вещественный состав пробы твердого осадка снега: методические указания к выполнению лабораторной работы No 1 по курсу «Минералогия техногенных образований» для студентов, обучающихся по специальности 020804 «Геоэкология» / А.В. Таловская, Е.Г. Язиков; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 24 с.
2. Лик Л. В. Почвы снежных отвалов города Томска: магистерская диссертация по направлению подготовки: 06.04.02 – Почвоведение / Лик Л. В., –Томск: [б.и.], 2016.
3. Устойчивость почв в экосистемах как основа экологического нормирования / И. Н. Росновский. – Томск: Изд-во Ин-та оптики атмосферы СО РАН, 2001. – 251 с.

## **О ПОСЛЕДСТВИЯХ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС ДЛЯ ЧЕРИКОВСКОГО РАЙОНА МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**И.В. Демидова**

Научный руководитель С.М. Комлева

**Белорусская государственная орденов октябрьской революции и трудового красного знамени  
сельскохозяйственная академия г. Горки, Республики Беларусь**

После аварии, произошедшей на Чернобыльской АЭС, 26 апреля 1986 года, радиоактивному загрязнению была подвержена значительная часть территории Республики площадью 4,8 млн га (23% от общей площади страны), в том числе Чериковский район Могилевской области. Основным компонентом радиоактивного загрязнения стал цезий-137 и многие другие. На период 1986 года содержание цезия-137 на территории Чериковского района превышало 40 Ки/км<sup>2</sup> [1].

Самое сильное загрязнение наблюдалось в населенном пункте Чудяны Чериковского района - 1595 Ки/км<sup>2</sup>. Также была замечена высокая активность по Чериковскому району стронция-90, составлявшая 0,78 Ки/км<sup>2</sup> [4].

В 1986 году площадь района включала 102039 га, с 2017 года - 102020 га. Площадь сельскохозяйственных земель на 1986 год составляла 50537 га, в настоящее же время она составляет - 30,1 % от территории района, то есть 30708,02 га. Территория занятая лесными землями на 1986 год составляла 41359 га, а по состоянию на 2017 год она занимает 61007,96 га.

Также произошли демографические изменения, на 1986 год численность населения составляла 23927 человек, а в настоящее время на территории района проживает 13965 человека [5], [6].

В 1986 году насчитывалось 119 населенных пунктов, из них городов - 1, сельских населенных пунктов - 118 [5].

Из-за загрязнения почв и окружающей среды площадь сельскохозяйственных земель была уменьшена на значительную площадь - 19828,98 га, так как она стала не пригодной для посева культур и выпаса сельскохозяйственных животных. Площадь лесных земель наоборот же, возросла на 19648,96 га. Также из-за эвакуации, переселения, миграции молодежи и уменьшения численности рождаемости, население района уменьшилось на 9962 человека, то есть в 2,4 раза.

В связи с катастрофой часть населения подверглась радиационному и нерадиационному облучению, что привело к заболеванию людей. Главным из компонентов радиации являлся радиойод (прежде всего йод-131), который воздействовал в основном на щитовидную железу, что с 1990 годов привело к росту заболеваемости раком щитовидной железы [3].

По сравнению с 1986 годом в 2,8 раза сократилось число сельскохозяйственных организаций, было создано 2 открытых акционерных общества. На территории района осуществляют свою промышленную деятельность 14 организаций, в том числе 4 в г. Черикове. Сельскохозяйственными организациями реализовано скота и птицы на убой (в живом весе) на 7,7 тыс. тонн меньше чем в 90-е года, а молочной продукции меньше на 20,4 тыс. тонн.

Однако наблюдается повышение урожая зерна на 14,7 тыс. тонн. Также снизился валовый сбор картофеля на 3461 тонну. Жилищный фонд района увеличился на 34,3 тыс. м<sup>2</sup>.

Из сельскохозяйственного пользования в связи с загрязнением радионуклидами было выведено 9268 га земель. Захоронено 23 населенных пункта, за послеаварийный период отселено 6130 человек [5].

В настоящее время ведущей отраслью народнохозяйственного комплекса Чериковского района является агропромышленный комплекс. Специализация района - мясомолочное скотоводство с развитым зерновым хозяйством и возделыванием кормовых культур. В районе земли сельскохозяйственного назначения занимают 31,9 тыс. га, в том числе пахотные земли - 21 тыс. га. Балл качественной оценки сельскохозяйственных земель составляет 30,6, пахотных земель - 32,4. В состав агропромышленного комплекса района входят 5 сельскохозяйственных организаций, из них 2 коммунальных сельскохозяйственных унитарных предприятия, 1 производственно-торговое унитарное предприятие, 2 открытых акционерных общества. Также в районе имеется 8 фермерских хозяйств [6].

В настоящее же время благодаря реализации госпрограмм по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС были проведены мероприятия по благоустройству территории района, постепенно площадь загрязненных земель становится все меньше, а условия жизни населения лучше. Плотность загрязнения земель также уменьшилось из-за частичного распада радионуклидов. Людей для оздоровления отправляли в различные санатории. Были проложены новые транспортные, водопроводные и газовые сети. Стали осваивать земли, которые ранее были выведены из сельскохозяйственного оборота.

На развитие экономики и социальной сферы за счет всех источников финансирования за январь-март 2017 года использовано 1,8 млн. рублей инвестиций в основной капитал. Введены в эксплуатацию жилые дома общей площадью 205 м<sup>2</sup>. Спортивно-массовую и физкультурно-оздоровительную работу среди населения проводит отдел образования, спорта и туризма райисполкома, в том числе государственное учреждение «Специализированная детско-юношеская школа олимпийского резерва и физкультурно-оздоровительный центр «Ориентир» [6]. В рамках госпрограммы по социально-экономическому развитию в г. Черикове был сдан в эксплуатацию районный дом культуры [2].

Так, благодаря поддержке и финансированию государства в Чериковском районе Могилевской области были проведены мероприятия по улучшению социального-экономического положения, по освоению и возврату земель в сельскохозяйственный оборот, по средствам внесения различных удобрений и правильной организации севооборотов сокращено поступление радионуклидов в производимую продукцию. Были проведены различные мероприятия по строительству новых и реконструкции существующих газовых, транспортных и других инженерных сетей, что улучшило жизнь людей. Улучшились жилищно-коммунальные условия жизни населения, благодаря новому строительству домов. Все это привело к росту рождаемости.

#### Литература

1. Биофайл// biofile – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: biofile.ru. Дата доступа: 19.10.2017.
2. Главное статистическое управление Могилевской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [mogilev.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika](http://mogilev.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika). Дата доступа: 20.10.2017.
3. Департамент поликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС // chernobyl.gov [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.chernobyl.gov.by](http://www.chernobyl.gov.by) – Дата доступа: 20.10.2017.
4. Мегаредмет // megaredmet – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [megaredmet.ru](http://megaredmet.ru). Дата доступа: 20.10.2017.
5. Социально радиационный паспорт Чериковского района Могилевской области/ РНИУП «Институт радиологии».
6. Чериковский районный исполнительный комитет // [cherikov.mogilev-region](http://cherikov.mogilev-region.by/ru) – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [cherikov.mogilev-region.by/ru](http://cherikov.mogilev-region.by/ru). Дата доступа: 18.10.2017.

### РАЗРАБОТКА ВАРИАНТОВ РАЗМЕЩЕНИЯ СЕВОБОРОТОВ В СПК «ОЛЕКШИЦЫ» БЕРЕСТОВИЦКОГО РАЙОНА

**Л.М. Ерохина, Д.В. Сапоненко**

Научный руководитель старший преподаватель Е.В. Пшибыш

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки, Республика Беларусь*

При проектировании севооборотов важную роль играют природно-экологические условия пахотных земель, почвенные разновидности, расположение подъездных путей, предшественники сельскохозяйственных культур и другие.

Севооборот - это научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур и пара по времени и по территории или только по времени, связанное с системами удобрения и обработки почвы, уходом за растениями и другое.

Система севооборотов - совокупность севооборотов хозяйства, представляющая собой сочетание их типов, видов, числа, размеров и размещения.

При организации территории севооборотов в СПК «Олекшицы» была учтена, в первую очередь специализация хозяйства, а также тип кормления и содержание скота. Кроме того, учитывались природно-экономические условия пахотных земель, а именно почвенные разновидности, наличие вкрапленных контуров. Большое значение имеет исторически сложившееся территориальное размещение пахотных земель.

Типы и виды севооборотов в хозяйстве установлены после детального изучения территории, производительных свойств земель, почвенного покрова, условий увлажнения.

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

Учитывая неоднородность природных свойств территории, а также различные требования культур к условиям произрастания, по проекту предусмотрен один севооборот, в котором будут выращиваться все сельскохозяйственные культуры, второй севооборот - все сельскохозяйственные культуры кроме корнеплодов, третий севооборот - все сельскохозяйственные культуры кроме пропашных.

В процессе исследования разработано три варианта организации севооборотов. В основу разработки системы севооборотов положены посевные площади сельскохозяйственных культур. Размещение севооборотов на территории СПК «Олекшицы» проведено в двух вариантах.

Первый вариант формирования севооборотов разработан с учетом эколого-технологических условий. Выделены эколого-технологические группы и для каждой из них введен свой севооборот. На пахотных землях сформированы три группы по степени пригодности для возделывания сельскохозяйственных культур:

- пригодные для выращивания всех культур;
- пригодные для выращивания всех культур кроме корнеплодов;
- пригодные для выращивания зерноотравных культур.

В первой бригаде в первой группе имеется 228,0 га, на этой площади разработан четырехпольный севооборот со средней площадью поля 57,0 га. Чередование культур по полям следующее:

1. Озимые зерновые;
2. Корнеплоды (46,3), кукуруза (10,7);
3. Картофель (19,1), зернобобовые (37,9);
4. Однолетние травы (91,6);

Во второй группе имеется 583,2 га, на этой площади разработан шестипольный севооборот со средней площадью поля 97,2 га. Чередование культур по полям следующее:

1. Яровые зерновые с подсевом многолетних трав;
2. Многолетние травы (65,5), кукуруза (31,7);
3. Многолетние травы (65,4), кукуруза (31,8);
4. Кукуруза;
5. Кукуруза (35,8), яровые зерновые (61,4);
6. Однолетние травы (70,9), озимые зерновые (26,3).

В третьей группе имеется 368,3 га, на этой площади разработан четырехпольный севооборот со средней площадью поля 92,1 га. Чередование культур по полям следующее:

1. Озимые зерновые;
2. Многолетние травы;
3. Многолетние травы;
4. Яровые зерновые;

Во второй бригаде в первой группе имеется 336,8 га, на этой площади разработан пятипольный севооборот со средней площадью поля 67,4 га. Чередование культур по полям следующее:

1. Озимые зерновые;
2. Сахарная свекла;
3. Яровые зерновые;
4. Корнеплоды (13,2), картофель (54,2);
5. Однолетние травы;

Во второй группе имеется 236,9 га, на этой площади разработан четырехпольный севооборот со средней площадью поля 59,2 га. Чередование культур по полям следующее:

1. Яровые зерновые (59,2);
2. Однолетние травы (43,9), кукуруза (15,3);
3. Кукуруза (59,2);
4. Кукуруза (2,0), зернобобовые (57,2);

В третьей группе имеется 286,4 га, на этой площади разработан четырехпольный севооборот со средней площадью поля 71,6 га. Чередование культур по полям следующее:

1. Озимые зерновые с подсевом многолетних трав;
2. Многолетние травы (54,6), яровые зерновые (17,0);
3. Многолетние травы (54,5), озимые зерновые (17,1);
4. Яровые зерновые;

Поля занимают северную, центральную и южную часть хозяйства.

Наибольшую площадь землепользования занимают посевы зерновых и многолетних трав (892,4 га и 424,2 га соответственно).

Второй вариант организации севооборотов был разработан с применением ЭВМ при помощи программы ZEMPROEKT. Для расчета в данной программе были взяты в основу таблицы, эколого-технологическая характеристика рабочих участков и балл экономической оценки.

В результате получено размещение сельскохозяйственных культур по рабочим участкам на 5 лет. В связи со снятием запрета на срок возврата произведена ручная корректировка размещения посевов сельскохозяйственных культур по рабочим участкам.

Для выбора лучшего варианта организации севооборотов в сельскохозяйственной организации, необходимо провести их оценку с помощью технических и экономических показателей.

Данные оценки вариантов организации системы севооборотов по техническим показателям по двум вариантам приведены в таблице.

Показатели организации системы севооборотов

Показатели	По вариантам			
	1		2	
	1 бригада	2 бригада	1 бригада	2 бригада
Количество севооборотов	3	3	Размещение посевов с/х на 38 рабочих участках	Размещение посевов с/х на 30 рабочих участках
Средняя площадь, га:				
севооборота	393,0	286,7		
поля	82,1	66,1		
рабочего участка	31	28,7	31	28,7
Число полей в севообороте	4/6/4	4/6/5		
Число рабочих участков	-	-	38	30
Максимально отклонение от средней площади поля га, %	1,1/0,6;1,8/1,7; 0,9/0,8	2,4/1,6;0,1/0,1; 1,8/1,3	-	-
Средневзвешенное расстояние от хоз.центра до полей и рабочих участков в севооборотах, км	4,4	4	4,4	4
Средняя длина гона в севооборотах, м	750	647	750	647

Из таблицы видно, что по I варианту запроектировано в первой и второй бригаде по 3 полевых севооборота. Во II варианте предусматривается размещение посевов сельскохозяйственных культур по 38 рабочим участкам в первой бригаде и 30 рабочим участкам во второй бригаде.

В связи с тем, что в первом варианте введены полевые севообороты, а во втором чередование сельскохозяйственных культур осуществляется по рабочим участкам, по техническим показателям невозможно выбрать лучший вариант организации севооборотов.

#### Литература

1. Волков С. Н., Троицкий В. П., Конокоткин Н. Г. Землеустроительное проектирование / С. Н. Волков, В. П. Троицкий, Н. Г. Конокоткин – 2-е изд., перераб. и доп. – М.:Колос, 1998. –632 с.

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ДАННЫХ КАДАСТРА НЕДВИЖИМОСТИ И МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ

**В.С. Ивашова**

Научный руководитель профессор В.К. Попов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В статье приведены результаты исследований степени эффективности применения данных кадастра недвижимости при проведении кадастровой оценки в отдельно взятом кадастровом районе.

Важность мониторинга земель определяется как экологическими, так и экономическими аспектами учета и оценки качества земель. Эффективное применение данных мониторинга земель позволяет рассматривать вопросы поддержания экологического равновесия с точки зрения интегральной совокупности и информационных ресурсов. На основе этих данных анализируется современное состояние земель. Информация, полученная в результате осуществления работ по государственному мониторингу земель, востребована и имеет конкретное практическое применение при решении задач на различных уровнях управления земельными ресурсами.

Сведения кадастра используются во всём мире для успешной реализации таких важнейших задач как:

- оценка недвижимости;
- исчисление имущественных налогов;
- регистрации права собственности (и иных вещных прав) на недвижимое имущество;
- управление земельными ресурсами;

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

- градостроительное проектирование;
- охрана окружающей среды.

Поскольку кадастр в различных странах и регионах ведётся государственными или муниципальными службами за счёт средств налогоплательщиков, весьма существенным является вопрос эффективности применения кадастровых данных.

В РФ система кадастра недвижимости используется, в первую очередь, в качестве информационного ресурса с целью расчёта налоговой базы и регистрации прав на недвижимое имущество. Для этого в кадастр вносятся такие сведения, как вид объектов недвижимости, описание их границ, местоположение, площадь, адрес, а также другие качественные и количественные характеристики. В последние годы значительно увеличилось число судебных разбирательств, касающихся оспаривания кадастровой стоимости объектов недвижимости. Данный факт показал несовершенство существовавшей системы кадастровой оценки, проводившейся частными лицами или фирмами, и привёл к пересмотру соответствующих нормативных правовых актов и воссозданию института государственной кадастровой оценки, имеющего целью установление обоснованной кадастровой стоимости, а значит и справедливого налогообложения, за счёт повышения эффективности использования кадастровых данных.

Кадастровая стоимость - это одна из главных характеристик участка. Кадастровая оценка земельных участков позволяет эту стоимость выявить и официально зафиксировать. Это необходимо для решения целого комплекса задач:

1. На уровне государства - для создания единой системы налогообложения земель, которые находятся в государственной или частной собственности, что позволяет максимально точно вести исчисление налога, наполнять бюджеты, составлять прогнозы в части налоговых сборов.
2. На уровне субъектов РФ - для принятия решений о рациональном использовании участков, приватизации, распределении и перераспределении, выдаче разрешений на строительство - словом, для эффективного управления землями.
3. На уровне частных владельцев - для справедливого расчета налогов, для определения рыночной стоимости, для проведения купли-продажи, передачи в аренду, инвестиций в земельные участки и пр.

В новейшей российской истории первым нормативным правовым документом, регламентировавшим применение сведений, содержащихся в Государственном земельном кадастре (ГЗК), было Положение о порядке ведения ГЗК, утверждённое Постановлением Правительства Российской Федерации от 25 августа 1992 г. № 622 (Положение) [3].

В данном Положении устанавливалось, что данные ГЗК, содержавшие необходимые сведения, о правовом режиме земель, об их распределении по праву собственности, владения, пользования, аренды, по категориям земель, о качественных характеристиках, а также ценности земель, подлежали обязательному применению в случае проведения следующих мероприятий:

- планирования использования и охраны земель;
- изъятия, предоставления земель;
- определения платы за землю;
- землеустройства;
- оценки хозяйственной деятельности;
- государственного контроля и других мероприятий, связанных с охраной и использованием земельных ресурсов.

Вступающий в силу с 1 января 2017 г. Федеральный закон «О государственной кадастровой оценке» (ФЗ о ГКО) регулирует порядок проведения такой оценки и установление кадастровой стоимости объектов недвижимости. ФЗ о ГКО устанавливает, что для определения кадастровой стоимости необходимо осуществить подготовку, которая включает в себя сбор и обработку необходимой информации. В перечень объектов недвижимости, подлежащих государственной кадастровой оценке, включаются сведения из ЕГРН, такие как кадастровые номера, характеристики объектов недвижимости. Кроме того, Федеральный стандарт оценки «Определение кадастровой стоимости (ФСО №4)» чётко указывает, что при определении кадастровой стоимости недвижимости оценщик должен использовать данные, содержащиеся в ГКН [2]. Итак, второй основной областью применения данных кадастра недвижимости, после регистрации прав, является кадастровая оценка.

Положения ФЗ о ГКО указывают, что в отчёт о кадастровой оценке включается информация о характеристиках объектов недвижимости, которые использовались при оценке, или о недостаточности этой информации. Очевидно, что адекватный анализ информации об объектах недвижимости, правильное построение модели оценки, верный учёт ценообразующих факторов и, обоснованная и справедливая кадастровая стоимость объектов недвижимости невозможны при отсутствии в кадастре недвижимости данных об объекте оценки или в случае ошибочности наличествующих сведений.

Исходя из вышесказанного, критериями определения эффективности применения кадастровых данных во время осуществления кадастровой оценки являются:

- полнота сведений, содержащихся в кадастре недвижимости об учтённом имуществе;
- соотношение учтённого в кадастре недвижимости имущества на конкретно взятой территории к неучтённому;
- значение кадастровой стоимости, устраивающее как собственников недвижимости, так и органы власти.

При проведении оценки земли могут использоваться два метода: доходный и сравнительный. В данном случае использовался сравнительный метод, так как доходный метод используется для кадастровой оценки сельскохозяйственных земель, расположенных вне городских и сельских поселений, земель лесного фонда - в расчет идет показатель рентного дохода. Сравнительный подход используют для оценки типовых участков земли, рыночная

стоимость которых хорошо известна. Подход основан на сопоставлении информации о ценах продажи аналогичных земельных участков. Соответственно, подход можно применять только в тех случаях, когда на рынке присутствуют предложения о продаже аналогичных участков [1].

Рассматривая данную проблему, поэтапно, был проведен анализ кадастровых данных.

1 этап. Выбран кадастровый район и номера кадастровых кварталов, находящихся в пределах данного кадастрового района, г. Томска.

2 этап. Определено местоположение кадастрового района и кадастровых кварталов с помощью геопортала «Публичная кадастровая карта Росреестра».

3 этап. Была составлена краткая социально-экономическую характеристику территории данного кадастрового района с использованием экономических справочников и прочих открытых и доступных источников, включая официальные сайты органов власти муниципальных образований; обоснована важность учёта характеристик недвижимости в данных кадастровых кварталах для получения наиболее точного результата кадастровой оценки на территории данного кадастрового района.

4 этап. Используя инструмент «Объекты в точке» геопортала «Публичная кадастровая карта Росреестра» были получены сведения о кадастровой стоимости объектов недвижимости в пределах данных кадастровых кварталов.

5 этап. Вычислена средняя кадастровая стоимость объектов недвижимости в пределах данных кадастровых кварталов. На основании вычисленных результатов была составлена диаграмма.

6 этап. Используя Интернет-ресурсы, обнаружены объявления о продаже недвижимости, находящейся в границах данных кадастровых кварталов; просмотрены цены на эти объекты, предложенные в объявлениях. Эти сведения были сопоставлены с кадастровой стоимостью.

7 этап. Используя инструмент «Объекты в точке» геопортала «Публичная кадастровая карта Росреестра» изучена степень полноты сведений об учтённом в кадастре недвижимости имуществе на территории данных кадастровых кварталов по следующим параметрам:

- категория земель, разрешённое использование (для объектов капитального строительства);
- этажность, материал стен, площадь застройки, назначение (для зданий, сооружений).

8 этап. Было рассчитано соотношение поставленных и не поставленных на кадастровый учёт объектов недвижимости в пределах данных кадастровых кварталов.

Все результаты будут представлены в виде схем, графиков и диаграмм.

В ходе проделанной работы сделан вывод, что недостающие сведения об объектах недвижимости влияют на кадастровую оценку. Так как расчет кадастровой стоимости зависит от имеющихся данных, как в ЕГРН, так и от статистики рыночных цен на подобные объекты, а также данные по другим методикам оценки земли. Вне зависимости от выбранного метода оценщик в работе использует такие данные, как наличие объектов инфраструктуры, коммуникаций, тип рельефа, состояние почвы и т.д. Его задача - определить реальную цену земли максимально объективно, а для этого необходимо иметь точные сведения об объекте.

#### Литература

1. В.Б. Непоклонов, И.А. Хабарова, Эффективность применения данных кадастра недвижимости и мониторинга земель.
2. Федеральный закон "О государственной кадастровой оценке" от 03.07.2016 N 237-ФЗ.
3. Федеральный закон "О кадастровой деятельности" от 24.07.2007 N 221-ФЗ.

## РАДИОАКТИВНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ЗЕМЕЛЬ РОГАЧЕВСКОГО РАЙОНА ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

**В. В. Ивулина**

Научный руководитель Л.О. Горляк

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки, Республика Беларусь*

В субботу 26 апреля 1986 года в городе Припять на 4-м энергоблоке Чернобыльской АЭС произошёл взрыв, который полностью разрушил реактор. В результате взрыва в окружающую среду было выброшено большое количество радиоактивных веществ. С момента аварии прошел уже 31 год, но человечество до сих пор ощущает ее последствия.

Площадь загрязнённых земель поражает. Ведь несмотря на то, что авария произошла на Украине, также радиоактивному загрязнению подверглись территории Российской Федерации и Республики Беларусь. Из-за катастрофы особенно пострадало аграрное производство. В нашей стране из оборота было выведено четверть миллиона гектаров сельскохозяйственных земель.

По областям Беларуси из всей общей площади земель, загрязненных стронцием - 90, более 320 тыс. га сосредоточены в Гомельской области. Здесь доля загрязненных пахотных и луговых земель составляет 26,8% от общей площади используемых сельскохозяйственных земель.

Тема радиоактивного загрязнения территории Республики Беларусь остается и будет актуальной еще долгое время после нас, так как по подсчетам специалистов, только через 24500 лет территория нашей страны полностью очистится от радиации - за этот период произойдет полный распад радиоактивных частиц.

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

Этот вопрос был и остается одним из самых острых, на который многие люди хотят знать ответы. Ведь как знать: какая доза загрязняющих веществ содержится в земле, и какое количество радионуклидов попадает в пищу, насколько тщательно проверяется сельскохозяйственная продукция и какую опасность это представляет для граждан?

Ответить на эти вопросы можно на примере одного из наиболее пострадавших городов Республики Беларусь - Рогачев, расположенный в Гомельской области.

Сейчас радиационная обстановка на загрязненной радионуклидами территории страны практически стабилизировалась. В категорию незагрязненных перешло порядка 440 тыс. га земель, которые ранее были загрязнены цезием - 137. В большинстве случаев радионуклиды поступают в организм человека с продуктами питания, которые производятся в пострадавших районах, так как загрязнение сельскохозяйственной продукции связано с поступлением радионуклидов в растения через корневую систему.

По последним данным, полученным на 1.01.201251271 га сельскохозяйственных и 37561 га лесных земель загрязнены цезием - 137 от 1 до 5 Ки/км<sup>2</sup>, 9683 га сельскохозяйственных и 8629 га лесных земель, загрязнены цезием - 137 от 5 до 15 Ки/км<sup>2</sup>, и 25 га сельскохозяйственных земель загрязнены цезием - 137 от 15 до 40 Ки/км<sup>2</sup> [1].

Сейчас преобладающая часть радионуклидов, попавших на почву, находится в ее верхних слоях, и их миграция вглубь происходит очень медленно - около 0,3 - 0,5 см/год. Основное количество цезия - 137 и стронция - 90 расположено в корнеобитаемом слое. На минеральных песчаных и торфяно-болотных почвах в естественных условиях наблюдается наибольший переход радионуклидов из почвы в растения, а наименьший - на окультуренных землях

Поступление радионуклидов в растения существенно зависит от гранулометрического состава почв. На песчаных почвах оно вдвое выше, чем на суглинисты и это сильно осложняет получение растениеводческой и животноводческой продукции, где содержание радионуклидов должно быть в пределах допустимых уровней.

Для снижения дозы попадания в организм радионуклидов проводятся: повышение уровня плодородия почв, так как на высокоплодородных почвах попадание радионуклидов в урожай уменьшается, создание земельных участков для сенокосения и выпаса скота.

В рамках государственных программ по преодолению последствий чернобыльской катастрофы обеспечено выполнение следующих защитных мероприятий:

- обследование и инвентаризация земель по плотности радиоактивного загрязнения;
- известкование кислых почв;
- исключение земель из сельскохозяйственного пользования;
- противоэрозионные мероприятия для предотвращения вторичного загрязнения;
- прогноз содержания радионуклидов в сельскохозяйственной продукции;
- изменение отраслевой специализации хозяйств [2].

Также доза загрязнения продуктов питания уменьшается при использовании полезных аналогов радионуклидов: у цезия-137 - это калий, у стронция-90 - кальций. Если вносить в почву достаточное их количество, они конкурируют с радионуклидами, и растения усваивают из почвы меньше цезия и стронция.

Минеральные удобрения, полученные по чернобыльской программе, составили 23% от общей дозы фосфора и 32% от общей дозы калия, внесенных на все сельскохозяйственные земли Рогачевского района.

В Рогачевском районе наиболее загрязненной является территория самого города Рогачев - более 1480 кБк/м<sup>2</sup>, на северо-западной части Рогачевского района располагаются территории с загрязнением от 37 до 555 кБк/м<sup>2</sup>, в западной части Рогачевского района в основном незагрязненные территории.

Благодаря природным процессам и мероприятиям, проведенным в рамках Государственных программ Республики Беларусь по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС, уровень попадания радионуклидов в сельскохозяйственную продукцию снизился.

Превышения РДУ-99 по содержанию стронция-90 в зерне и картофеле, выращенных в Рогачевском районе, за 1999-2011 годы не регистрировались, за исключением в 2001 году двух партий озимого рапса (ПСК «Равенство» - 50 т, СПК «Городец» - 50 т) и одной партии пелюшки (СПК «Городец» - 65 т) [1].

В молоке, которое поступило на производство из частного и общественного сектора превышение норматива наблюдалось с 1996 г. по 2000 г., а также в 2005 и 2007 годах. Так в 1996 и 1997 годах на молокозаводы поступило 45,3 т молока, с дозой радионуклидов, превышающих норму. В 2005 году - 2,9 т молока. В 2007 году с превышением поступило 0,3 т молока, что составило 0,04 % от сданной продукции КСУП «Дедлово». С 2008 года все молоко, поступившее из хозяйств района на молокозаводы, соответствовало нормам РДУ-99 [1].

Большую опасность представляет потребление в пищу лесных грибов и ягод. Грибы в разные годы в зависимости от погоды могут накапливать различные дозы радиации. В дарах леса обнаруживают превышения дозы радионуклидов и в «чистых» областях: Минской, Витебской. Каждый год около 30% проб даров леса превышает РДУ-99. В некоторых районах грибы могут содержать цезия до 40 тысяч Беккерелей на килограмм, а это уже радиоактивные отходы.

Важную роль в перемещении радионуклидов под полог леса играют процессы биологической миграции: опадение листьев, хвои, мелких ветвей и других загрязненных частей деревьев. В результате такой миграции в лиственных лесах уже через год после выпадения продуктов деления доля их в кронах снижается в несколько раз и, соответственно, возрастает загрязнение лесной подстилки и почвы. После из почвы через корневую систему радионуклиды попадают в растения, а дальше в организм человека.

В отличие от сельскохозяйственных земель, на лесных землях защитные меры направлены, в основном, на недопущение распространения радионуклидов на незараженные земли, поэтому изменение активности радионуклидов в компонентах природных экосистем происходит только за счет естественных процессов.

Из приведенных выше данных видно, что уровень загрязнения земель радионуклидами уменьшается благодаря проведению множества защитных мероприятий в виде повышения уровня плодородия почв, внесения калийных удобрений, проведения известкования кислых почв и осуществления иных мероприятий. Также с каждым годом становится все меньше продуктов растениеводства и животноводства, с уровнем содержания радионуклидов выше нормы. Так если в 1996 году в Рогачевском районе было 45,3 т молока с загрязнением, превышающим нормы РДУ-99, то в 2007 году это значение было уже 0,3 т, а с 2008 г. по сегодняшний день не было зафиксировано случаев поступления молока, с загрязнением превышающим норму.

#### Литература

1. Социально-радиационный паспорт. Гомельская область. Рогачевский район //Республиканское научно-исследовательское унитарное предприятие «Институт радиологии». – Гомель, 2012 г. – 2 с.
2. Рекомендации по ведению сельскохозяйственного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь на 2012 – 2016 годы: утвержден начальником Департамента по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС. – Минск, 2012 г. – 9 с.

### ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ И РАЗВИТИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ Г. ТОМСКА

Э.Р. Калинин

Научный руководитель доцент Н.В. Кончакова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

На сегодняшний день, как со стороны природного, так и культурного наследия значительную роль, играет сохранение региональных особо охраняемых природных территорий (ООПТ), основное назначение которых сохранение ландшафтного и биологического разнообразия в территориальной системе охраны природы.

В течение 20 века на первый план встали вопросы развития экономики страны, собственности и приватизации, что повлекло за собой неизбежную интенсификацию использования природных ресурсов, которая негативно отразилась на вымирании некоторых биологических видов флоры, фауны и целых экосистем. В связи с этим актуальным направлением является совершенствование природоохранной политики и нормативно-правовых актов ее регулирующих.

Целью данной работы является анализ проблем организации и развития инфраструктуры особо охраняемых природных территорий г. Томска.

Задачи:

- 1.Провести анализ земель, включенных в состав особо охраняемых природных территорий г. Томска.
- 2.Выявить проблемы использования особо охраняемых природных территорий г. Томска.
- 3.Разработать мероприятия, направленные на решение проблем организации и развития инфраструктуры особо охраняемых природных территорий г. Томска.

Томская область один из наиболее экологически развитых регионов нашей страны, на территории области существует более 219 ООПТ, совокупной площадью 1378,1 тысячи га (4,38 % от общей площади области), из которых 130 ООПТ - регионального значения (общая площадь - 1188,5 тысячи га или 3,78 % от площади области) (таблица). ООПТ Томской области создаются без применения процедуры изъятия земельных участков у собственников (арендаторов). В структуру особо охраняемых природных территории регионального значения Томской области входят: Государственные Заказники 17 (1157,7га); памятники природы 109 (28,98га); Сибирский Ботанический сад 1 (0,126га); территории рекреационного назначения 3 (1,7га). Полный перечень особо охраняемых природных территорий представлен в решении городской думы г. Томска от 29 мая 2007 года № 502 Об особо охраняемых природных территориях в городе Томске.

Фонд особо охраняемых природных территорий регионального значения начал складываться в 60-е годы, когда Решениями Исполнительного Комитета Томского областного Совета депутатов и трудящихся, природные объекты, ценные в природоохранном, научном, рекреационном отношении были объявлены памятники природы списком без описания границ, режима охраны. В это же время были созданы первые заказники.

С 2008 года началась работа по приведению нормативных правовых актов, регламентирующих организацию особо охраняемых природных территорий, в соответствие с действующим федеральным законодательством. Были проведены работы по определению и утверждению границ ООПТ, установлен режим охраны.

На сегодняшний день организация и развитие инфраструктуры особо охраняемых природных территорий г. Томска имеет ряд проблем. Согласно федеральному законодательству и требованиям закона Томской области «Об особо охраняемых природных территориях в Томской области» от 12.08.2005 № 134 - ОЗ [1] с целью решения вопроса о создании, изменении режима, границ ООПТ необходимо было проведение комплексного экологического исследования природных объектов и государственной экологической экспертизы материалов комплексного экологического обследований природного объекта, дающих основания для присвоения ему статуса ООПТ. Проведение данных мероприятий вызвало затруднения, связанные в первую очередь со значительными финансовыми вливаниями, и не готовности областного бюджета к дополнительной финансовой нагрузке. Во-вторых, согласование проектов решений, является процедурой длительной и не всегда эффективно, что связано с отсутствием четко регламентированных сроков для согласований.

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

Другой ключевой проблемой выступает деятельность физических и юридических лиц по противодействию официальной процедуре в границах территорий, требующих режима особой охраны, т.к. установление режима ООПТ предусматривает ограничение хозяйственной деятельности в границах земельного участка. В то время как многие физические и юридические лица сегодня используют данные территории для сельского хозяйства, добычи ценных лесных ресурсов, полезных ископаемых, промысловой добычи объектов животного мира, разрешенных для добычи и отнесенных к объектам охоты. Поэтому физические и юридические лица не заинтересованы в ограничительных мерах по использованию конкретных территорий, а их действия направлены на искусственное замедление создания особо охраняемых природных территорий.

Кроме того, существует проблема так называемых крупных земельных участков, переданных в собственность или аренду с целью извлечения природных ресурсов. Ярким примером может служить территория «Многоозерье» в Александровском районе в междуречье рек Пиковский Еган, Киевский Еган и обской протоки Киевская [5]. Во время согласования решения о придании статуса ООПТ было выявлено, что данный участок, был предоставлен местными и природоохранными властями для геологического изучения, разведки и добычи углеводородов. К тому же, местные жители с. Новоникольское были категорически против создания ООПТ, в связи с тем, что местное население занимается добычей полезных ресурсов (заготовкой древесины, рыбной ловлей, промысловой охотой, сбором дикоросов и т.д.).

На сегодняшний день, официальными постановлениями Администрации Томской области утверждены положения, схем - границ землеустройства для 105 ООПТ городского и 66 ООПТ регионального значения. В рамках оптимизации областного бюджета с сокращением статей на природоохранную деятельность, становится невозможным осуществление мероприятий, направленных на юридическую защиту тех ООПТ, которые находятся в статусе без установленных границ.

Данный пример демонстрирует нам еще одну проблему, свойственную не только Томской области, но и другим регионам - отсутствие информационных баз данных об ООПТ в ЕГРН, дает право представительным органам местного самоуправления заниматься использованием земельных участков по сугубо личному усмотрению, что часто ведет к деградации природного объекта.

Следует отметить что действующий на сегодняшний день ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях» от 14 марта 1995 года № 33 [2] не содержит указаний о том, что сведения о ООПТ должны вноситься в ЕГРН, в также порядок процедуры внесения сведений о режиме и границах особо охраняемых природных территорий.

В соответствии с ФЗ от 24 июля 2007 года № 221 «О кадастровой деятельности» [3] Департаментом природных ресурсов и охраны окружающей среды в было принято решение вносить сведения об ООПТ в ЕГРН как о зонах с особыми условиями использования территорий. С начала вступления в силу этого решения (2008 г.) и до наших дней в ЕГРН были внесены сведения о 64-х ООПТ, что составило 50 % от общего количества особо охраняемых природных территорий регионального значения.

Но как показывает практика, внесение сведений в ЕГРН решает проблемы организации и использования ООПТ лишь частично. Это явно демонстрирует ситуация с территорией рекреационного назначения областного значения «Береговой склон р. Томи между п. Аникино, п. Синий Утес и автодорогой Томск - Коларово», данные о которой были внесены в госкадастр недвижимости 09.02.2012 года. В соответствии с пунктом 9 Положения об особо охраняемой природной территории рекреационного назначения областного значения «Береговой склон р. Томи между п. Аникино, п. Синий Утес и автодорогой Томск - Коларово» [4] «предоставление расположенных земель рекреационного назначения под строительство, любые виды застройки (в том числе для временных сооружений), для садоводства, огородничества, личного подсобного хозяйства и дачного строительства, а также для организации стоянок автотранспортных средств запрещено». Но в 2014г. эта территория была разделена на земельные участки, на которые официально зарегистрировано право собственности без ограничений использования. Правомерность действий органов местного самоуправления и органов исполнительной власти по управлению государственной собственностью Томской области по данному вопросу предстоит выяснить в судебном порядке.

Практика показывает, что цикл работ, по созданию особо охраняемых природных территорий это длительный срок, который ставит под угрозу сохранение ценности природных объектов, объявленных памятниками природы без установления границ и режима охраны, и планируемых для придания им статуса.

В связи с этим основными решениями проблем организации и развития инфраструктуры, особо охраняемых природных территорий г. Томска являются:

1. Уточнение нормативно-правовых актов в сфере организации и ужесточение наказаний в сфере использования особо охраняемых природных территорий.

2. Активизация борьбы с нелегальными схемами приобретения в собственность земельных участков в границах особо охраняемых природных территорий, официально признанных таковыми и введение запрета на использование земель данной категории в хозяйственных и ресурсодобывающих целях, учитывая стратегию развития российской экономики.

3. Увеличение финансирования мероприятий, направленных на комплексные экологические исследования природных объектов и проведения государственной экологической экспертизы материалов комплексного экологического обследований природного объекта, дающих основания для присвоения ему статуса ООПТ.

### Литература

1. Закон Томской области от 12.08.2005 № 134-ОЗ "Об особо охраняемых природных территориях в Томской области" (принят постановлением Государственной Думы Томской области от 28.07.2005 N 2287) // Собрание законодательства Томской области", 31.08.2005. – № 1.

2. Федеральный закон от 14 марта 1995 г. № 33-ФЗ "Об особо охраняемых природных территориях" // Собрание законодательства Российской Федерации от 20 марта 1995 г. – № 12. – ст. 1024.
3. Федеральный закон от 24.07.2007 № 221-ФЗ "О кадастровой деятельности" (ред. от 03.07.2016) // Собрание законодательства РФ, 30.07.2007. – № 31. – ст. 4017.
4. Постановление от 23 сентября 2011 года № 290а «О внесении изменений в постановление Администрации Томской области от 16.06.2005 № 66 а// Собрание законодательства Томской области», от 15.11.2012. – № 11/1(88).
5. Доклад о состоянии и использовании земель Томской области в 2013 году/ Официальный сайт Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии. 2013. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.to70.rosreestr.ru/upload/to70/files/zemlya/Доклад-2013](http://www.to70.rosreestr.ru/upload/to70/files/zemlya/Доклад-2013)

## ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ, ЗАНЯТЫХ ТКО, НА ПРИМЕРЕ ТОМСКОГО РАЙОНА

А.Е. Каташова

Научный руководитель профессор О.А. Пасько

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

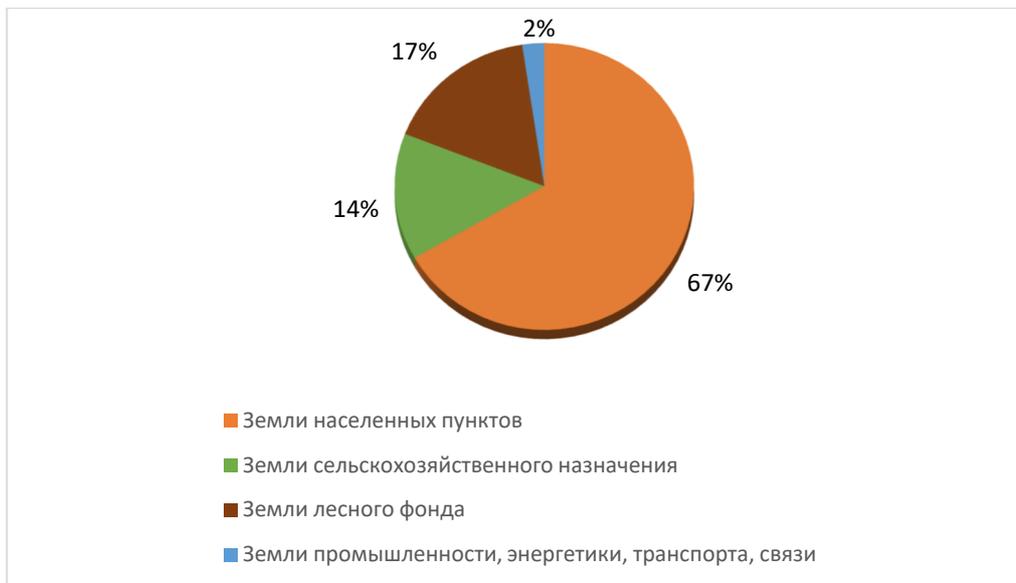
Образование свалок твердых коммунальных отходов (далее - ТКО) носит стихийный характер. Процесс их ликвидации, в первую очередь, требует определения ответственного лица. Согласно ст. 13 Земельного Кодекса РФ такими лицами являются собственники земельных участков, землепользователи, землевладельцы и арендаторы земельных участков. Они обязаны проводить мероприятия по защите земель от захламления отходами производства и потребления, загрязнения, в том числе биогенного загрязнения, и других негативных (вредных) воздействий, в результате которых происходит деградация земель; не допускать загрязнение, захламление, деградацию и ухудшение плодородия почв на землях соответствующих категорий [1].

Цель - определение ответственных лиц и порядка правового регулирования очистки загрязненных земель, относящихся к разным категориям земель.

Задачи:

1. Систематизировать свалки ТКО по категориям земель.
2. Выделить преобладающие категории и один объект для рассмотрения.
3. Составить процедуру решения правового вопроса на выделенного примере.

Исследование проводилось с помощью экологической карты Томской области и публичной кадастровой карты [2]. Были определены выявленные и ликвидированные свалки ТКО, а также категория земель, на которой они располагаются. Согласно проведенным расчетам нами был получен график, отражающий число свалок на каждой из категорий земель Томского района (рис. 1). Стоит отметить, что учитывались только те свалки, которые занесены в реестр Департамента природных ресурсов и не ликвидированы на момент проведения исследования. Категории земель, на которых не обнаружены исследуемые объекты, не учитывались при распределении долей.



**Рис. 1** Распределение земельных участков, занятых свалками ТКО, по категориям земель

Из диаграммы видно, что наибольшее число объектов приходится на земли населенных пунктов. При подборке материала, содержащего сведения о категориях, также был рассмотрен вид собственности на объект. Исходя из полученных данных - это частные земельные участки, собственниками которых являются физические лица. Рассмотрим пример разрешения спора по захламлению отходами земельного участка. В ходе проверки

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

обращений жителей активисты Общероссийского народного фронта (далее - ОНФ) выявили, что на территории Моряковского сельского поселения Томского района находятся несколько несанкционированных свалок коммунальных отходов. Эксперты ОНФ направили обращение Главе Администрации Томского района В.Е. Лукьянову от 15.06.2017\_№ ОНФ-70/2-181/2017 с просьбой в месячный срок принять меры, а именно: убрать незаконную свалку твердых коммунальных отходов из этого места, утилизировать мусор надлежащим образом в положенном месте. По возможности, там, где это целесообразно, на месте свалок - дополнительно установить контейнеры для сбора ТКО и сетки для раздельного сбора мусора. В начале июля активисты ОНФ совместно со специалистами Главного управления МЧС по Томской области и сотрудниками профильных органов власти провели совместный выездной рейд по несанкционированным свалкам коммунальных отходов, расположенным на территории Моряковского сельского поселения Томского района. На выездном совещании также присутствовал глава поселения А.В. Костин. Как следует из официального ответа главы администрации Моряковского сельского поселения Томского района А.В. Костина от 13.07.2017 г., несанкционированная свалка убрана. Уборку свалки осуществил владелец земельного участка по адресу: ул. Братьев Габидулиных, 6, который взял участок со свалкой в аренду, огородил его забором, вырубил поросль ивняка, облагородил территорию и собственными силами произвел рекультивацию земли под свалкой. В настоящее время территория за ограждением земельного участка находится в удовлетворительном состоянии. Мусор жителями, дачниками и отдыхающими рядом с забором не складывается. Активисты ОНФ выехали на место для проверки, сделали фотофиксацию объекта.

Приведенная выше процедура также применима к земельным участкам, находящимся в муниципальной собственности. В данном случае обращение к главе поселения будет направлено как к лицу, которое несет ответственность за загрязнение и захламенение земель.

Примерно одинаковое число свалок ТКО приходится на земли лесного фонда и сельскохозяйственного назначения. В описанное ранее методике нами были выделены характерные признаки идентификации свалок на космических снимках [3]. Свалки на землях лесного фонда в основном относятся к территории лесничеств. Они не имеют подобных характерных черт и значительного размера, чтобы определить линейные размеры объекта и увидеть их на космическом снимке. При этом в слое Open Street Map видно, что они также находятся на близком расстоянии к основным тропинкам (рис. 2).



**Рис. 2 Расположение свалок на территории лесничества**

Рассмотрим пример ликвидации свалок ТКО на землях сельхоз назначения. Ответственность за данное правонарушение в зависимости от состава административного правонарушения несут администрации поселений, так как именно они согласно действующему законодательству (ст. 14 Федерального закона «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» от 06.10.2003 г. № 131-ФЗ, ст. 8, ст. 13 Федерального закона «Об отходах производства и потребления» № 89-ФЗ от 24.06.1998 г.) должны организовать сбор и вывоз мусора с территории населенного пункта. Получив предписание Управления об устранении захлабления мусором земель сельскохозяйственного назначения или сельскохозяйственного использования в составе населенного пункта главы администраций поселений обязаны принять меры по расчистке от мусора земельного участка путем вывоза его на специально предназначенный полигон твердых коммунальных отходов, после чего, при необходимости провести рекультивацию земельного участка. Для этого следует заказать проект рекультивации в любом проектно-учреждении, специализированном на изготовлении проектов по реабилитации загрязненных земель.

Снижение объемов загрязнения является задачей не только органов местного самоуправления, но и каждого жителя. Росприроднадзор составили краткую памятку для каждого гражданина, который может обнаружить свалку. Во-первых, схематично изобразить расположение и свалки и указать максимально четко объект для привязки. Во-вторых, сделать несколько фотографий свалки и отметить ее примерный размер. Если вам известно, кому принадлежит земельный участок, то предоставить доказательства ответственным лицам. При отсутствии информации о собственнике возможно обратиться в Росприроднадзор или Департамент, ответственный за охрану окружающей среды.

Литература

1. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ред. от 29.07.2017). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_33773/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/)
2. Интерактивная карта свалок. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kartasvalok.ru/>. Дата обращения: 09.01.2018.
3. Каташова (Кондрашова) А. Е. Разработка методики мониторинга свалок ТКО с применением дистанционного зондирования земли // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXI Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 130-летию со дня рождения профессора М.И. Кучина, Томск, 3-7 Апреля 2017. – Томск: ТПУ, 2017 – Т. 1 – С. 60 – 607

**ОСОБЕННОСТИ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА ТЕРРИТОРИЙ, ЗАНЯТЫХ СВАЛКАМИ ТКО, В РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОНАХ (НА ПРИМЕРЕ Г. ТОМСКА)**

**А.Е. Каташова**

Научный руководитель профессор О.А. Пасько

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Согласно Федеральному закону от 24.11.96 №132-ФЗ «Об основах туристской деятельности в Российской Федерации» развитие внутреннего туризма отнесено к приоритетным для развития экономики страны. Основанием для этого являются уникальные природные ресурсы, культурно-исторические памятники, а также изменение экономической ситуации внутри страны, ограничивающей выезд граждан на зарубежные курорты. На территории Сибири и Дальнего Востока Ситуацию осложняют следующие объективные факторы:

- неразвитость туристической инфраструктуры и дефицит средств на её развитие;
- слабая заселенность территории;
- резко континентальный климат и сезонность туризма.

Это вызывает необходимость максимально эффективного управления землями, предназначенными для рекреации, инвентаризации территорий рекреационных зон, выработка и соблюдение мероприятий по их использованию.

Для Томской области пляжный сезон проходит в летние месяцы. За это время погодные условия неоднократно меняют свое положение, поэтому важно использовать каждый из теплых дней. На территории Томска и Северска определено три официальных зоны пляжного отдыха - главный городской пляж-солярий на Семейкином острове, пляж-солярий на Сенной Курье и территория озер в районе поселка Самусь и деревни Семиозерка. Остальные места отдыха выбираются произвольно самими жителями на прибрежных зонах водных объектов области.

Актуальность темы обусловлена отсутствием правового статуса прибрежных зон отдыха в Сибирском регионе, а также ответственных организаций за уборку свалок твердых коммунальных отходов (далее - ТКО) и благоустройство таких зон.

Цель - разработка мероприятий, направленных на улучшение состояний прибрежных зон города Томска с целью их рекреационного и туристического развития.

Объект исследования - прибрежные зоны отдыха г. Томска.

Предмет исследования - мероприятия по организации сбора ТКО на данных территориях.

Задачи:

1. Проанализировать нормативно-правовую базу региона.
2. Обозначить типичные места размещения свалок ТКО.
3. Разработать комплекс мероприятий по реорганизации существующих мест складирования отходов.

Согласно статье 98 ЗК РФ, на землях рекреационного назначения запрещается деятельность, не соответствующая их целевому назначению [1], следовательно, захламливание и загрязнение земельных участков рекреационного назначения нарушает принцип рационального природопользования и не соответствует целевому назначению. При выделении территорий для рекреационной деятельности необходимо учитывать допустимые нагрузки на природный комплекс с учетом типа ландшафта и его состояния [1].

Развитие внутреннего туризма может способствовать региональному развитию. Согласно Закону Томской области от 29 декабря 2016 года № 174-ОЗ «Об областном бюджете на 2017 год и на плановый период 2018 и 2019 годов», одной из отраслей доходов областного бюджета является государственная пошлина на документы по оформлению пляжей. В тексте Постановления Администрации «Об организации проведения оплачиваемых общественных работ на территории Томской области в 2017 году» указано, что очистка пляжей входит в перечень таких работ и является обязательной для исполнения [3], т.е. при увеличении числа объектов возрастает доходная часть бюджета, а, следовательно, улучшаются социальные аспекты жизни населения - растут благополучие и уровень жизни населения, увеличивается число временных рабочих мест.

Для планирования работ по очистке территории необходима объективная информация, в частности, о свалках. Ранее нами были предложены два метода их идентификации [2]. Первый метод основан на анализе экологических карт, например, Новосибирской и Томской областей, содержащих соответствующую информацию. Данный ресурс отличается определенной неточностью, связанной с нерегулярным обновлением данных. Отмеченные на карте свалки могут быть уже ликвидированы, на их месте могут появиться новые свалки, т.е. люди, как правило, оставляют мусор в привычных местах. Второй метод определения местонахождения свалок основан на

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

визуальном анализе космоснимков на предмет нахождения характерных ответвлений дорог и троп, ведущих в лес, и заканчивающихся ровными площадками с белыми вкраплениями. Он позволяет получать достоверную информацию о нахождении объекта и его параметрах (площадь, длина границ и т.д.), сокращать выборку объектов и прогнозировать потенциально возможные места образования свалок.

В ходе исследования установлено, что по пространственному размещению свалки могут быть разделены на две группы: удаленные от пляжей, но непосредственно с ними связанные (рис. 1), и расположенные непосредственно на пляжах (рис. 2). Примером свалок первой группы является оборудованный городской пляж «Семейкин остров», на котором предусмотрены контейнеры, а персонал поддерживает чистоту территории. Доставка населения осуществляется на общественном транспорте (теплоход и автобус) и на частных автомобилях. Вблизи остановки автобуса, расположенной в 300 м от пляжа, обнаружена крупная свалка ТКО, куда отдохнувшие горожане выкидывают перед поездкой мусор. На остановках вблизи пляжей, как правило, контейнеры для сбора мусора либо отсутствуют, либо их емкости недостаточно для сбора реальных объемов. Свалки, относящиеся ко второй группе, образуются в рекреационных зонах преимущественно в пределах береговой линии водных объектов. Как правило, они отличаются уединенностью и тишиной. Эти места отдыха официально не обозначены, сетки по периметру территории и контейнерные площадки на ней отсутствуют, в связи с чем земельные участки являются захлавленными.

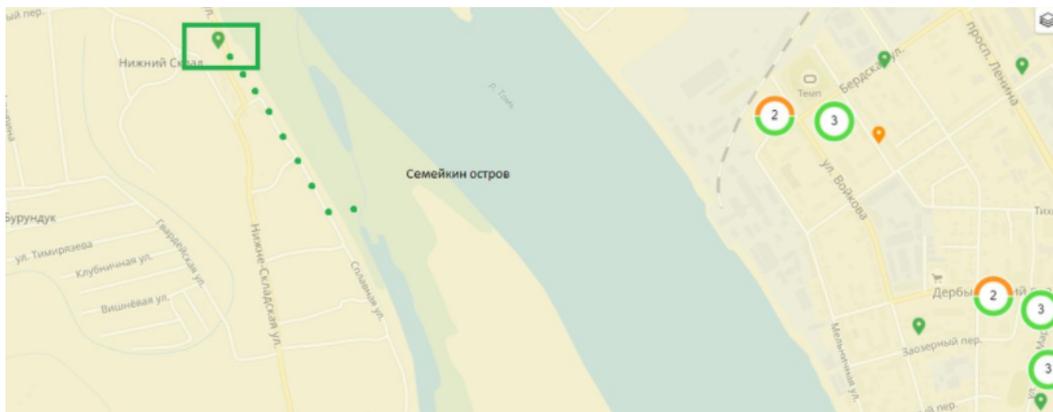


Рис. 1 Расположение городского пляжа и свалки ТКО



Рис. 2 Пример расположения свалок на местах отдыха

Выявление свалок ТКО необходимо для оценки масштабов существующей проблемы, объемов работы и представления ее органам местного самоуправления. Одним из ее решений может стать создание дополнительного реестра официальных мест отдыха населения и их оборудование контейнерными площадками достаточного объема. Прибрежные зоны, не относящиеся к местам отдыха и рекреации, следует отметить соответствующими знаками и установить административный штраф за их загрязнение и захлапывание. Ответственными за исполнение данных поручений целесообразно назначить арендаторов (если земельный участок сдается в аренду) или органы местного самоуправления. Это позволит сохранить естественное состояние природных ландшафтов, снизить уровень антропогенной нагрузки на окружающую среду. После оборудования места отдыха необходимо определить ответственных лиц, в обязанности которых будет входить очистка территории и привлечение граждан к административной ответственности в случае нарушения установленных правил. Подобные денежные взыскания позволят обеспечить складирование и вывоз отходов. Предложенный комплекс мероприятий, разработанный на примере Томской области, применим и к другим регионам Сибири.

Литература

1. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ред. от 29.07.2017) - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_33773/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/).
2. Каташова А. Е. Оценка состояния свалок ТКО в рекреационных зонах (на примере г. Томска и г. Новосибирска) // Актуальные проблемы геодезии, кадастра, рационального земле- и природопользования: материалы I Международной научно-практической конференции, Тюмень, 24 ноября 2017 (в печати).
3. Официальный интернет-портал Администрации Томской области. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tomsk.gov.ru/documents/front/view/id/31642>. Дата обращения: 28.11.2017.

**ЗИМНЕЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ УЛИЦ ГОРОДА ТОМСКА**

**А.Е. Киселева, Л.Л. Ерёмин**

Научный руководитель доцент В.А. Базавлук

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В статье приведены результаты исследований, направленных на зимнее обеспечение пропускной способности магистральных улиц города Томска.

В зимний период проблема обеспечения нормативной пропускной способности городских улиц обостряется за счет уменьшения ширины полос движения снегоотложениями. Опыт зимней эксплуатации улиц города Томска показывает, что снег на проезжей части под воздействием колес автомобилей и погодных условий резко меняет свои механические и физические свойства, быстро уплотняется и затвердевает. При этом даже небольшое количество снега на покрытии значительно ухудшает условия движения за счет снижения коэффициента и ровности покрытия. Эти факторы, в свою очередь, влекут за собой снижение скорости, пропускной способности, безопасности и комфорта дорожного движения. Борьба со скользкостью, зимняя уборка проезжей части и утилизация снежной массы для обеспечения пропускной способности проводятся дорожниками Томска недостаточно эффективно. Кроме того, принятая технология дневной и ночной уборки снегоприносов с улиц всегда сопровождается снижением пропускной способности и неудобствами для водителей транспортных средств и пешеходов.

Основные проблемы обеспечения пропускной способности в зимнее время года, следующее:

- не учет прогнозных особенностей зимних климатических условий в планировании территории по отводу земель под улицы, в соответствии с их расчетной пропускной способностью;
- не рациональное планирование бюджета финансирования и технического обеспечения спецтехникой коммунальных служб на зимний период;
- несовершенство технологии снегоуборочных работ;
- нерегулируемость системы прироста автомобилей на улицах города.

Сильные снегоприносы случившиеся в городе Томске в зиму 2016-2017 годов были и в предшествующие годы. Например, в 1885 году по данным газеты "Сибирский вестник" были подобные снегопады. Тогда автор статьи, по фамилии Шукин, в рамках борьбы со снегоприносами предлагал, по улицам разбрасывать песчаную смесь там, "где ходит трудящийся человек". Ноябрьская публикация статьи (Музей города Томска) подтверждает, что "снежная тема" была актуальна в Томске и в ранние годы [4].

Интенсивные снегопады были отмечены и советское время. Высота снежного покрова в эти годы была в два раза выше нормы. По данным синоптиков, на 9 января 2017 года высота снежного покрова в регионе составила 91 сантиметр при норме в 50 сантиметров. После новогодних каникул 2017 года снежные завалы превратились в серьезную проблему, которую к концу января удалось частично решить [5].

По правилам зимней эксплуатации дорожного полотна снежный накат на поверхности проезжей части улицы не должен располагаться на полосе в пределах 1,5 метрах от его бордюра (лотка), что допускает нормативное частичное снижение ширины движения в пределах прибордюрной полосы. Однако, огромные снегоприносы 2017г. в Томске привели к необходимости временного складирования снега не только на крайней полосе проезжей части, но и на полосах технического тротуара. Коммунальные службы не успевали отчищать и вывозить огромные объемы снега [1].

Опыт снегоудаления, приобретенный коммунальными службами города Томска при уборке снега в 2017 году, был учтен и в дальнейшем использован в зимний период 2017-2018 года. Были разработаны новые технологии по уборке снега, приобретено дополнительно новая снегоуборочная техника: большегрузные автомобили с вместимостью кузова до 20 м<sup>3</sup>, снегоуборочные щетки-погрузчики и другие. Технология зимнего содержания улиц в городе по сравнению с технологиями снегоудаления на загородных участках дорог отличаются. Выпадение даже небольшого количества снега на улицах требует изменения технологии снегоуборочных машин [3].

Искусственно приобретенное свойство рыхлого снега томичи эффективно использовали для получения чистых от снега поверхностей проезжей части при его уборке, что частично избавило магистральные улицы общей площадью 589698 кв.м города от возникновения транспортных заторов.

Работы по зимнему содержанию улично-дорожной сети в городе проводятся в суровых погодноклиматических условиях, отличаются большой трудоемкостью и жесткими нормативными сроками уборки, а в ряде случаев - в аварийном порядке. Эти особенности обуславливают и определяют сложность организации работ с необходимостью широкого и целевого применения средств механизации, последовательного выполнения технологических операций при соблюдении временных параметров.

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

Особенности технологии очистки городских магистралей и улиц для обеспечения пропускной способности в зимний период, определяются следующими условиями.

1. Технологические операции по уборке снега требуют освобождение улиц от помех движению транспорта. В тоже время уборочные операции снегоудаления выполняют специальными средствами со скоростью, близкой к расчетной скорости транспортного потока, за минимально короткие сроки.
2. Значение коэффициента сцепления колеса автомобиля с покрытием при применении противогололедных реагентов должно обеспечивать безопасное движение автомобилей.
3. Применяемые противогололедные материалы не должны оказывать вредного влияния на экологию, а утилизацию снежной массы необходимо выполнять с применением технологии минимального воздействия на окружающую среду [1].
4. Применении упреждающих мероприятий по распределению твердых реагентов по поверхности проезжей части улицы за час перед прогнозируемым (ожидаемым) снегопадом. При уже начавшемся снегопаде в течение часа проводят предупреждающее распределение твердых реагентов (песчано-реагентная смесь). В процессе движения транспорта происходит перемешивание выпавшего снега с реагентами, в результате чего образуется легко удаляемые рыхлые снежные масса.
5. В зависимости от интенсивностей снегопада и движения автомобилей при выпадении каждых 2-3 см снега недостаток реагента восполняют новым распределением твердых реагентов [3].
6. В городских условиях снежную массу сдвигают уборочной техникой в лотковую зону проезжей части или на технический тротуар улиц для временного складирования. Сформированный вал кратковременно снижает эффективную ширину проезжей части, исключая из эксплуатации определенную часть крайней правой полосы движения, перекрывает перекрестки и примыкания, что снижает пропускную способность городских магистралей. Вал снежной массы в кратчайшие сроки в том числе в перерывах между снегоприносными зарядами, остановках городского пассажирского транспорта, съездах подлежат вывозу.
7. Для удаления временно складированных отвалов снега в пределах технического тротуара и проезжей части, требуется разработка особых технологий.

Основная доля убираемого снега приходится на межзарядные снегоприносы. Технология снегоуборки, принятая в Томске, предусматривает уборку снега в ночной период, что предупреждает образование транспортных заторов. Так применение химических противогололедных материалов позволило дорожникам своевременно удалять снежно-ледовый накат с проезжей части, что позволило полностью использовать пропускную способность полос движения.

Рассматривая данную проблему с финансовой точки зрения можно привести в пример расчетные данные. Одна тонна снега, вывезенная ныне на снегоотвал, обходится городу Томску в 65 рублей. В эту стоимость включены затраты по подготовке снежных отвалов, и их охране, и эксплуатации техники на улицах и отвалов, зарплаты рабочих и служащих. Для сравнительного примера, такие затраты по снегоудалению в городе Новосибирске, тонна снега обходится в 106 рублей, где применяются снегоплавильные технологии.

По классификации СП42.13330.2011 в зависимости от численности населения на проектный срок Томск относят к крупным городам, а Новосибирск к крупнейшим и, таким образом, он может позволить себе повышенные расходы на снегоудаление за счет привлечения Федерального бюджета. Для Томска рентабельна пока технология с использованием снегоотвалов [2].

Томск реально ощутил нарушения природного равновесия в круговороте воды на Земле. Оно не справляется с возросшим уровнем техногенного воздействия человека на окружающую среду (изменения температуры, нарушение кругооборота воды в природе, сопровождающегося природными катаклизмами особенно в прибрежных территориях (резкие перепады температур, сопровождающимися увеличением скорости движения ветра и разрушительным ростом, непредсказуемыми местами интенсивных атмосферных осадков)).

Предложения:

1. Природноклиматические изменения следует прогнозировать и учитывать в градостроительной политике поселений в том числе в разработке пешеходно-транспортной схемы поселений как для существующей и реконструируемой территории застройки.
2. Для обеспечения прогнозной пропускной способности улиц предлагается контролировать процесс роста транспортных средств и учитывать в планировочных территориальных мероприятиях на перспективу [5].
3. Для обеспечения пропускной способности магистральных улиц рекомендуется увеличить параметры по ширине приобдюрной полосы проезжей части за счет ширины технического тротуара и зеленой полосы.

### Литература

1. СП 42.13320.2011 (СНиП 2.07.01-89\*) Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. – М.: Госстрой РФ. 2011.
2. Базавлук, В.А. Планировка и застройка территории жилого квартала: учебное пособие / В.А. Базавлук, Е.В. Предко; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 91 с.
3. Методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Эксплуатация автомобильных дорог» / Составитель: Хафизов Э.Р., Казань: КГАСУ, 2014. –28 с.
4. Музей истории Томска [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tomsk-story.ru>
5. Официальный портал МО «Город Томск» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.admin.tomsk.ru>.

**ПРОБЛЕМА ОТВОДА ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ МАГИСТРАЛЬНОЙ УЛИЦЫ ГОРОДА ТОМСКА**

**А.Е. Киселева, Л.Л. Ерёмин**

Научный руководитель доцент В.А. Базавлук

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В статье приведены результаты исследований и предложения по решению проблем отвода линейно протяженных земельных участков под магистральные улицы городского значения в ходе их реконструкции. Исследование проводилось на объектах улицы Красноармейской с целью повышения ее пропускной способности.

Одним из направлений решения вопроса повышения пропускной способности исследовались вопросы, возможности расширения полос проезжей части улицы в пределах красных линий и линии регулирования застройки на землях поселений. При этом использовался один из основных принципов современного прогнозирования использования земель поселений-нормативного принципа [2].

Земля являлась важнейшим фактором жизнеобеспеченности и жизнедеятельности человека [1]. Земельные ресурсы, по мере развития цивилизации общества, стали средством производства, предметом труда, и всеобщим местом проживания всех поколений людей. Испокон веков взаимодействие человека и земли было направлено на получение благ, которыми пользуется общество. В современных условиях экономическая роль земли, ее незаменимость в сфере материального производства остро предопределяет необходимость рационального природопользования, в том числе землепользования на транспорте в поселениях [3,4].

Средневзвешенная интенсивность движения исследуемого участка перегона от улицы Усова до улицы Алтайская по состоянию на начало 2018 года составляет 2350 авт/час, что значительно превышает нормативное значение для магистральной улицы регулируемого движения с расчетной скоростью передвижения транспорта 60 км/ч. Одной из задач повышения пропускной способности является перевод из категории дорог регулируемого движения, в непрерывного движения. Нормативные расчетные показатели магистральной улицы непрерывного и регулируемого движения приведены в Таблице.

*Таблица*

*Рекомендации по проектированию магистральной улицы общегородского значения [3]*

Категория улицы	Расчетная скорость движения, км/ч	Скорость движения транспортного потока, км/ч	Расчетная интенсивность движения, ед/ч на полосу	Ширина полосы движения, м	Всего полос движения
Непрерывного движения	100	75	1200	3,75	4-8
	75	55	1500	3,50-3,75	4-8
Регулируемого движения	80	60	700	3,50	4-8
	60	45	500	3,50	2-6

В соответствии с данными Табл.1 расчетная интенсивность движения увеличивается в 2-3 раза, для скорости 60 км/час при неизменной ширине полосы движения 3.5 метра.

Кадастровый номер исследуемого линейно-протяженного объекта капитального строительства по данным публичной кадастровой карты 70:21:0000000:2076 - магистральная улица общегородского значения регулируемого движения, протяженность 4821 м (собственность публично-правовых образований поселений).

По данным ранее проведенных исследований [5,6] обоснована необходимость увеличения числа полос движения проезжей части, исследуемой улицы в пределах границ красных линий с проведением соответствующих землеустроительных работ. Отвод земель под транспортную инфраструктуру городских поселений — является частью современного землеустройства, включающего развитие магистральных улиц при их реконструкции.

Главными факторами процесса отвода земельных участков при реконструкции магистральной улицы являются:

1. Обоснование площади отвода земель магистральных улиц по красным линиям;
2. Техническая характеристика объекта как линейного, располагаемого на множестве земельных участков на категории земель «земли населенных пунктов» в пределах нескольких кадастровых кварталов;
3. Сложности процедуры согласования отвода земель.

Возникает вопрос необходимости упорядочения процесса проведения землеустроительных работ, с учетом отмеченных факторов и процессов отвода земель для реконструкции улиц.

При решении вопросов отвода земельных участков под реконструкцию магистральных улицы возникают проблемы в случаях: Рисунок 1.

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

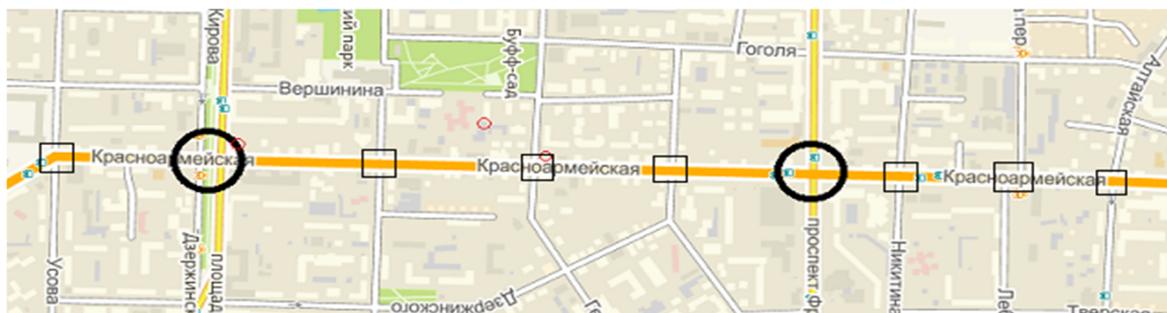


Рис.1 План-карта исследуемого участка магистральной улицы Красноармейская

○ – Узлы пересечения магистральных улиц в разных уровнях;  
□ – Узлы пересечения магистральной улицы с жилыми улицами в одном уровне с запретом левосторонних поворотов;

○ – Объекты культурного наследия;

- пересечения (наложение границ) участка с границами смежных земельных участков по улицам Усова, проспект Кирова, Карташова, Герцена, Нечевский пер., проспект Фрунзе, Никитина, Алтайская, сведения о которых уже существуют в Едином государственном реестре недвижимости;
- наличия объектов культурного наследия (в данном случае-деревянное зодчество) в зоне отводимых земельных участков под магистраль;
- наличия и состояния подземных коммуникаций (водоснабжение, водоотведение, теплоснабжение, связь и другие)
- согласования решений проекта планировки и межевания территории с Генеральным планом города (2005-2025 годов).

В работах по исследованию развития землеустроительных процессов при создании и улучшению транспортной инфраструктуры города Томска, ранее ставились и решались задачи по устранению несоответствия геометрических размеров и параметров улиц нормам и правилам по их категоричности.

Данные задачи решаются посредством рационального проведения землеустроительных работ на территориях Кировского и Советского административных районов города Томска. При этом основополагающими процессами формирования земельных участков под магистральную улицу при ее реконструкции являются отвод и формирование земельных участков.

В результате исследования установлено что:

1. Линейно протяженный участок под улицу Красноармейская располагается на территории двух административных районов, что затрудняет процесс согласования отвода земель.
2. Для обеспечения перевода улицы с категории регулируемого движения в нерегулируемый, требует дополнительных решений, в том числе формирование узлов пересечения в разных уровнях (проспекты Кирова и Фрунзе), на пересечениях внутри квартальных улиц и проездов создание схемы движения с запретом левосторонних поворотов.
3. Отвод земельных участков под реконструируемые объекты улицы требует значительных затрат по сносу существующих объектов застройки.
4. Не спрогнозированный прирост автомобильного транспорта в Томской области в 2017 году составил почти 10 тысяч (9654) единиц, при уже зарегистрированных на 31.12.2016 г. 403 тысячах транспортных средств. Прирост транспорта составил 2,5 %. В Томской области по состоянию на 01.01.2018 г. 413 000 транспортных средства, при средневзвешенной пропускной способности 2000 авт/час.
5. В последние 5 лет отмечился на улицах городов России в том числе города Томска результат непрогнозируемого прироста автомобильного транспорта, приведший к снижению расчетной скорости и затарам на улицах города Томска [7].

### Литература

1. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 N 136-ФЗ.
2. Федеральный закон «О государственном прогнозировании и программах социально- экономического развития Российской Федерации» от 20.07.1995 №115-ФЗ.
3. СП 42.13320.2011 (СНиП 2.07.01-89\*) Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. – М.: Госстрой РФ. 2011
4. Рекомендации по проектированию улиц и дорог городов и сельских поселений – Центральный научно-исследовательский и проектный институт по градостроительству Минстроя России-М.: Госстрой РФ, 1994. – 88 с.
5. Базавлук, В.А. Планировка и застройка территории жилого квартала: учебное пособие / В.А. Базавлук, Е.В. Предко; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 91 с.
6. Киселева А.Е., Ерёмин Л.Л. Оценка пропускной способности магистральных улиц города Томска. Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2017. – 2 С.
7. Немчинов М.В. Транспортный кризис городов. – М.: Транспортное строительство, 05/2015. – 19 – 21 С.

**ПОВЫШЕНИЕ ОБЪЕКТИВНОСТИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ НА ОСНОВЕ УТОЧНЕНИЯ ФАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНОГО УЧАСТКА И РАСПОЛОЖЕННЫХ НА НЕМ ОБЪЕКТОВ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

**М.И. Колодная**

Научный руководитель профессор Г. Н. Барсукова

*Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия*

В области государственной кадастровой оценки произошли коренные изменения. Согласно принятому Федеральному закону «О государственной кадастровой оценке», обязанность проведения государственной кадастровой оценки возложена на государственные бюджетные учреждения [4]. Приказом Минэкономразвития России «Об утверждении методических указаний о государственной кадастровой оценке» были утверждены новые методические указания, которые кардинально отличаются от предыдущих [2]. В связи с этим, был установлен переходный период применения федерального закона с 1 января 2017 года по 1 января 2020 года.

Государственная кадастровая оценка - сложный многоэтапный процесс, в который вовлечены органы государственной власти, местного самоуправления, хозяйствующие субъекты и физические лица. Задача кадастровой оценки - обеспечить справедливость налогообложения, а также баланс интересов налогоплательщиков и государства. Искажение кадастровой стоимости в любую из сторон имеет негативные последствия. Из этого следует актуальность данной работы.

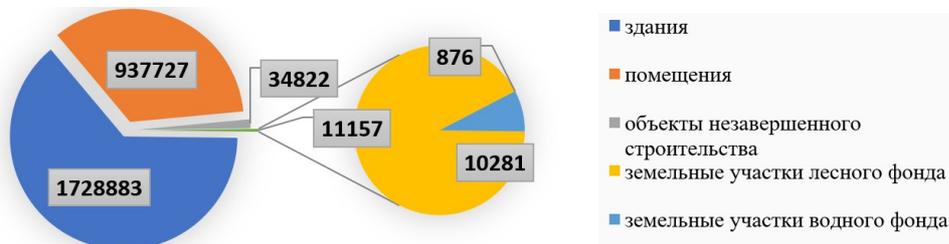
Целью данной статьи является выявление несоответствий в видах разрешенного использования объектов кадастровой оценки - объектов капитального строительства (далее ОКС).

В работе были поставлены следующие задачи:

1. Определить критерии для выявления наиболее вероятных ОКС с нарушениями в фактическом использовании.
2. Выявить объекты капитального строительства иного назначения, для дальнейшего согласования вида использования объекта недвижимости с уполномоченным органом и органами местного самоуправления.
3. Сравнить примерную кадастровую стоимость ОКС и налог на имущество по фактическому использованию и по виду разрешенного использования в документах.

На данный момент на территории Краснодарского края уже начались работы по подготовке к государственной кадастровой оценке ОКС на основании приказа департамента имущественных отношений Краснодарского края «О проведении государственной кадастровой оценки на территории Краснодарского края в 2018 году» [1].

На рисунке 1 представлен перечень оцениваемых объектов и их количественные значения.



**Рис. 1 Объекты государственной кадастровой оценки на территории Краснодарского края в 2018 году**

В количественном выражении число объектов оценки на 2018 год составляет - 2712000 объектов недвижимости, расположенных на территории Краснодарского края.

Государственная кадастровая оценка основывается на информации, полученной из Единого государственного реестра недвижимости. Качество информации об объектах недвижимости, содержащейся в реестре, не в полной мере удовлетворяет требованиям достоверности исходной информации: атрибуты нередко содержат неоднозначные (противоречивые) сведения или не определены вовсе.

В соответствии с Приказом Минэкономразвития России "Об утверждении методических указаний о государственной кадастровой оценке" вид использования объекта недвижимости определяется по согласованию с уполномоченным органом и органами местного самоуправления, на территории которых расположены объекты недвижимости, на основе письменного подтверждения указанных органов, и с учетом:

- 1) вида разрешенного использования земельного участка;
- 2) вида разрешенного использования ОКС, в том числе на основе технической документации на него;
- 3) фактического использования земельного участка и (или) расположенных на нем ОКС [2].

Фактическое разрешенное использование объекта недвижимости - это «фактическое (текущее) использование объекта недвижимости, не противоречащее установленным требованиям к использованию объекта недвижимости», которое необходимо подтверждать документально [2].

Критериями отбора объектов капитального строительства являются: назначение в ЕГРН - «жилой дом», этажность - более 4 этажей и площадь - более 400 кв.м. Согласно Правилам землепользования и застройки, индивидуальный жилой дом - индивидуально определенное здание меньше трех этажей, предназначенное для проживания одной семьи [3].

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

В ходе анализа перечней объектов оценки выявлены ОКС, согласно определенным критериям, в количестве 4447 объектов. Проверка сведений о таких ОКС в открытых источниках позволила выявить объекты, используемые для временного проживания (частные гостиницы) и для размещения офисов, т.е. для иного вида использования. Их количество - 1125 объектов или 25 %.

Подробный анализ выявленных объектов капитального строительства, не попадающих под определение «индивидуальный жилой дом», представлен в таблице.

Из таблицы 1 видно, что больший процент нарушений выявлен преимущественно в курортных городах Краснодарского края (Анапа, Геленджик, Сочи) и городе Краснодар.

Конкретный вид фактического использования, принятый для государственной кадастровой оценки, в значительной степени, повлияет на результаты оценки и налоговые платежи. Например, разница в удельном показателе кадастровой стоимости для индивидуального жилого дома и гостиницы составит 30 %.

Один из примеров выявленных объектов капитального строительства - гостиница «Аврора», находящаяся по адресу город-курорт Анапа, проспект Южный, дом 32. По данным публичной кадастровой карты, выбранный в качестве примера объект, имеет этажность в 9 этажей и назначение - жилой дом, а фактически по этому адресу расположена гостиница.

*Таблица*

**Объекты капитального строительства, не попадающие под определение «индивидуальный жилой дом»**

Район	Количество объектов капитального строительства		
	Всего, единиц	в т.ч. не попадают под определение «индивидуальный жилой дом» единиц	процентов
Геленджик	895	186	21%
Анапа	640	257	40%
Новороссийск	165	0	0%
Темрюкский район	29	3	10%
Ейский район	37	6	16%
Сочи	1946	435	22%
Туапсе и Туапсинский район	136	27	20%
Горячий Ключ	36	2	6%
Краснодар	563	209	9%
Итого:	4 447		

Существующие налоговые ставки налога на имущество в муниципальном образовании город-курорт Анапа равны для жилого дома 0,2 и для гостиницы - 0,5. Налог на имущество за 2017 год для объекта капитального строительства с текущим назначением по документам - 33 247 981,72 руб. Налог, рассчитанный для этого же ОКС, но с учетом его фактического использования, будет минимум на 30 % больше, и составит 83 119 954,3 руб.

Одной из причин, по которой процесс выявления несоответствий происходит медленно, является незаинтересованность органов власти местных самоуправлений. Если работу по обследованию данных объектов провести с участием муниципальных образований, то количество таких объектов может значительно увеличиться.

Перечни объектов с противоречивыми характеристиками будут направлены в муниципальные образования и Управление Росреестра по Краснодарскому краю для проведения проверки соблюдения земельного и градостроительного законодательства.

Проведение кадастровой оценки должно базироваться на соблюдении принципов справедливости и обоснованности. Ведь результаты работ по государственной кадастровой оценке объектов недвижимости являются базой для налога на имущество. Этот налог в значительной степени формирует бюджет муниципальных образований.

Выполненная работа по уточнению фактического использования земельного участка и (или) расположенных на нем ОКС в значительной степени повысит объективность государственной кадастровой оценки.

### Литература

1. Приказ Департамента имущественных отношений Краснодарского края от 21.09.2017 № 2197 «О проведении государственной кадастровой оценки на территории Краснодарского края в 2018 году». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.frskuban.ru/> Дата обращения: 13.01.2018.
2. Приказ Минэкономразвития России от 12.05.2017 N 226 "Об утверждении методических указаний о государственной кадастровой оценке" (Зарегистрировано в Минюсте России 29.05.2017 N 46860) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_217405/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_217405/) (дата обращения: 11.01.2018)
3. Решение от 30 января 2007 г. N 19 п.6 «Об утверждении правил землепользования и застройки на территории муниципального образования город Краснодар». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://krd.ru/>. Дата обращения: 15.01.2018.
4. Федеральный закон от 03.07.2016 N 237-ФЗ (ред. от 29.07.2017) "О государственной кадастровой оценке". [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_200504/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_200504/). Дата обращения: 17.01.2018.

**СОХРАНЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ Г. ТЮМЕНИ**

**Т.А. Кониловская, А.А. Матвеева**

Научный руководитель старший преподаватель А.А. Матвеева

*Государственный аграрный университет Северного Зауралья, г. Тюмень, Россия*

Охрана объектов культурного наследия является одной из областей культурной деятельности. Являясь непроизводственной сферой общественных отношений, культурная деятельность призвана осуществить комплекс мероприятий, направленных на сохранение, создание, распространение и освоение культурных ценностей (материальных и духовных).

Исходя из положений Федерального закона от 25.06.2002 № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации», обеспечение сохранности объектов культурного наследия в Тюменской области посредством осуществления мероприятий по их охране и сохранению направлено на реализацию конституционного права каждого на доступ к культурным ценностям и конституционной обязанности заботиться о сохранении исторического и культурного наследия, беречь памятники истории и культуры[3].

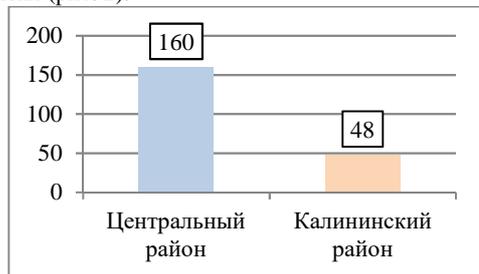
На территории города Тюмени исполнительным органом, осуществляющим функции по обеспечению сохранности исторически значимых объектов, является Комитет по охране и использованию объектов историко-культурного наследия Тюменской области. Он уполномочен вести реестр объектов культурного наследия и осуществлять мониторинг состояния объектов, включенных в реестр.

Город Тюмень был основан в 1586 г., что свидетельствует о его богатой истории и, соответственно, о наличии объектов, имеющих историко-культурную ценность. Долгая жизнь города оставила свои следы на облике исторической части современной Тюмени, придавая ей неповторимые черты. Знание законов и тенденций, способствующих обеспечению сохранности своеобразного облика исторической части города, поможет обезопасить объекты культурного наследия от упадка и забвения.

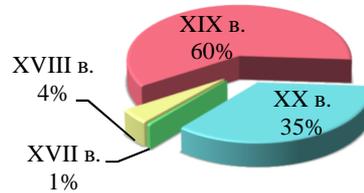
На данный момент город Тюмень разделён на четыре административных округа: Центральный, Ленинский, Калининский и Восточный, исторический центр расположен на территории двух из них (рис. 1).

Границами исторической застройки г. Тюмени приняты улицы: Пригорная - Казанская - Садовая - Ирбитская - Дмитрова - Затюменская - Нагорная - бровка Тюменского лога - Коммуны - Туринская - Первомайская - Ванцетти - Свердлова. В Заречной части: Береговая - Красноармейская - Большая Заречная.

Исторический центр Тюмени содержит в себе памятники истории и архитектуры почти всех этапов своего развития (рис. 2).



**Рис. 1 Типизация объектов культурного наследия в городе Тюмень**



**Рис. 2 Классификация объектов культурного наследия по дате постройки**

В Тюменской области на сегодняшний день действует государственная программа «Сохранение и использование объектов культурного наследия», срок реализации которой назначен на 2020 год. В соответствии с положениями рассматриваемого документа можно выделить два направления, которые нацелены на обеспечение сохранности объектов культурного наследия Тюменской области: 1) сохранение объектов культурного наследия; и 2) охрана и популяризация объектов, представляющих историческую ценность [1].

Для решения проблемы сохранности и воссоздания памятников истории и культуры в целях привлечения внебюджетных средств актуальна приватизация части объектов культурного наследия, а также передача объектов на инвестиционных условиях (в том числе в долгосрочную аренду или в доверительное управление). В связи с этим объекты культурного наследия города Тюмени используются для самых различных целей, и функциональное назначение этих объектов не всегда сопоставимо с первоначальным видом использования (рис. 3).

При этом однозначным условием при передаче объекта культурного наследия в пользование, владение или распоряжение должно стать заключение Охранного обязательства, в котором указаны ограничения и обременения в отношении объекта, установленные уполномоченным органом.

В качестве основных положений, указанных в охранном обязательстве, можно выделить:

- осуществление расходов на содержание объекта в должном состоянии;
- запрет на проведение работ, изменяющих предмет охраны, облик, объемно-планировочные и конструктивные решения;
- соблюдение особого режима в границах объекта культурного наследия.

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

Одним из основных документов, регулирующих охрану объектов культурного наследия города Тюмени, можно назвать Схему историко-культурных ограничений, утвержденную 26.03.2009 г., и являющуюся одним из приложений к Генеральному плану городского округа Тюмень (рис. 4).



Рис. 3 Классификация по фактическому функциональному использованию



Рис. 4 Схема историко-культурных ограничений г. Тюмень

Проект зон охраны объекта культурного наследия помимо описания границ проектируемых зон содержит информацию о режиме использования земель и градостроительных регламентах в границах данных зон. Проекты устанавливаются на основании распоряжения Комитета по охране и использованию объектов культурного наследия [2].

Еще одним звеном комплекса работ по сохранности объектов культурного наследия является их популяризация среди населения. Ее можно достичь путем проведения ряда мероприятий, в том числе: установления информационных надписей и обозначений, реализации туристских и культурных программ на территории города, решения образовательных задач и задач патриотического воспитания.

Таким образом, в отношении объектов культурного наследия в городе Тюмени проводится масштабный блок мероприятий по сохранению, использованию, охране и популяризации. Эти мероприятия позволят достичь желаемого социально-экономического эффекта, а именно:

- включить в единый государственный реестр все объекты, имеющие историко-культурную ценность;
- увеличить долю объектов культурного наследия, находящихся в хорошем состоянии;
- сохранить историко-культурную среду в административном центре области, создать эстетически привлекательную среду обитания и улучшить условия жизни населения;
- обеспечить использование объектов культурного наследия для целей организации туризма, развития культурно-просветительской деятельности;
- реализовать меры, направленные на обеспечение сохранности объектов культурного наследия и их территорий, в том числе объектов археологического наследия.

### Литература

1. Закон Тюменской области от 16.02.2004 № 204 (ред. от 29.03.2016) «О государственной охране, сохранении и использовании объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) в Тюменской области» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru>.
2. Официальный сайт Тюменской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://admtumen.ru>.
3. Федеральный закон от 25.06.2002 № 73-ФЗ (ред. от 29.07.2017) «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации».

**ХОЙНИКСКИЙ РАЙОН. ПОСЛЕДСТВИЯ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АТОМНОЙ  
ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ**

**Д.С. Кравченко**

Научный руководитель доцент С.М. Комлева

**Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки, Беларусь**

В результате аварии на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) территория Беларуси значительно пострадала от загрязнения радиоактивными изотопами. По данным из различных источников, в атмосферу в виде аэрозолей было выброшено от 9 до 60 тонн радиоактивного топлива из 180 тонн топлива, находившегося в реакторе. На территорию Беларуси, в том числе и на территорию Хойникского района Гомельской области, в той или иной степени проникли изотопы йода-131 (период полураспада ( $T_{1/2}$ ) ок. 8 суток), рутения-103 ( $T_{1/2}$  ок. 39 суток), теллура-132 ( $T_{1/2}$  ок. 3 суток), циркония-95 ( $T_{1/2}$  ок. 64 суток), бария-140 ( $T_{1/2}$  ок. 13 суток), цезия-137 ( $T_{1/2}$  ок. 30 лет), стронция-90 ( $T_{1/2}$  ок. 29 лет), плутония-239 ( $T_{1/2}$  ок. 24 065 лет), плутония-241 ( $T_{1/2}$  ок. 14 лет, после чего превращается в америций-241 с  $T_{1/2}$  ок. 432 года) и других изотопов. Наиболее сильно территория Республики Беларусь пострадала от загрязнения цезием-137 и стронцием-90, особенно Хойникский, Брагинский и Наровлянский районы, так как ЧАЭС находится в десятке километров от границ области и границ этих районов.

На загрязненных территориях Хойникского и Брагинского района в 1988 году был создан Припятский государственный радиационно-экологический заповедник (ПГРЭЗ). Указом Президента Республики Беларусь от 21 января 2013 года №41 учреждение «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник» преобразовано в государственное природоохранное научно-исследовательское учреждение «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник» [3]. Общая площадь на момент создания заповедника составляла 1 428 км<sup>2</sup>. Позже, в 1992 году, площадь заповедника была увеличена до 2160,93 км<sup>2</sup>. Данный заповедник является крупнейшим на территории Республики Беларусь. Из земель Хойникского района в ПГРЭЗ было передано 881 км<sup>2</sup> земель (40,77% от общей площади заповедника). Данная территория полностью выведена из хозяйственного пользования района и не будет вовлечена в обозримой перспективе из-за сильного загрязнения радионуклидами.

По состоянию на 01.01.1986 года площадь Хойникского района составляла 1998,0 га. По состоянию на 01.01.2012 года площадь района составила 2027,74 км<sup>2</sup>. Изменение общей площади земель в пределах района (увеличение общей площади района на 29,74 км<sup>2</sup>) произошло в связи с передачей сельскохозяйственных земель из других районов. На 1986 год площадь сельскохозяйственных и лесных земель составляла 774,29 и 834,48 км<sup>2</sup> соответственно, на 2012 год - 417,39 и 567,80 км<sup>2</sup>. На основании приведенных выше данных можно сделать вывод, что за данный период из сельскохозяйственных земель выведено 356,90 км<sup>2</sup> (46%), из лесных земель - 266,68 км<sup>2</sup> (32%). При этом площадь пахотных земель уменьшилась с 311,52 км<sup>2</sup> в 1986 году до 205,56 км<sup>2</sup> в 2012, т.е. сократилась на 34%. Численность населения за этот период уменьшилась на 23,1 тыс. человек, т.е. практически в 2 раза (с 45 500 до 22 400 человек). Такое значительное сокращение населения обусловлено, прежде всего, эвакуацией и отселением населения из зон с высоким загрязнением радионуклидами. Тенденция к уменьшению общего населения сохраняется и в настоящий момент. Общее число населенных пунктов, включая города, уменьшилось на 49 (с 99 в 1986 году до 50 в 2012 году). При этом из 37 населенных пунктов население эвакуировано и отселено, а 10 населенных пунктов были захоронены. Сократилось количество сельских и поселковых Советов с 13 до 6. Количество сельскохозяйственных организаций и предприятий уменьшилось в 3 раза (с 24 в 1986 году до 8 в 2012 году) [4].

На 2017 год у многих радиоактивных изотопов (в том числе цезия-137 и стронция-90) прошел период полураспада, на многих территориях снижается радиационный фон. Однако он все еще выше допустимого значения. Например, йод-131 распался в первые месяцы после аварии на ЧАЭС, но загрязнение данным изотопом привело к облучению щитовидной железы и к увеличению ее патологий.

Ежегодно государством выделяются значительные средства на преодоление последствий аварии на ЧАЭС. В состав мероприятий входят: капитальные вложения (строительство домов, квартир, медицинское оборудование и т.д.), средства на снос и захоронение объектов, подвергшихся загрязнению, средства на оздоровление граждан, льготы и компенсации пострадавшим, средства на развитие АПК (закупка минеральных удобрений, извести и т.д.)

За прошедшее после аварии время в результате природных процессов фиксации в почве цезия-137 и проведения защитных мероприятий в рамках Государственных программ Республики Беларусь по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС отмечается снижение перехода этого радионуклида в сельскохозяйственную продукцию. Сейчас все зерно, картофель и овощи, произведенные в хозяйствах района, соответствуют требованиям санитарно-гигиенических нормативов по содержанию цезия-137 [2]. Однако, добиться соответствия требованиям в этих продуктах стронция-90 пока что не удалось. Все зерно, собираемое в Хойникском районе, идет на фураж и на корм скоту.

Площадь сельскохозяйственных и лесных земель на 01.01.2017 года составляет 459,00 км<sup>2</sup> и 582,00 км<sup>2</sup>. В сельское и лесное хозяйство за период с 2012 по 2017 год вовлечено 41,61 км<sup>2</sup> и 14,20 км<sup>2</sup> земель соответственно [1].

Численность населения на 01.01.2017 года составила 19 191 человек. За период с 2012 по 2017 год население района уменьшилось на 3 209 человек в основном за счет миграции населения [2].

До аварии на ЧАЭС Хойникский район Гомельской области был сельскохозяйственным районом (29 100 человек сельского и 16 400 человек городского населения), поэтому в большей степени пострадало именно сельское хозяйство. Из-за загрязнения территории района радиоактивными изотопами уменьшились посевные площади, уменьшилось поголовье скота, уменьшился валовой сбор сельскохозяйственной продукции, сократилось число сельскохозяйственных организаций. Также существуют проблемы с выращиванием нормативно чистой продукции на загрязненных радионуклидами землях. Возникшие в Хойникском районе экономические и экологические проблемы требуют разработки комплекса специальных мероприятий на их решение, в т.ч. и землеустроительных.

Литература

1. География // Гостям / Хойникский районный исполнительный комитет, 2017. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.khoyniki.gomel-region.by/ru/map\\_ru/](http://www.khoyniki.gomel-region.by/ru/map_ru/). Дата обращения: 24.10.2017.
2. Население // О районе / Хойникский районный исполнительный комитет, 2017. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.khoyniki.gomel-region.by/ru/population/>. Дата обращения: 26.10.2017.
3. О заповеднике // Государственное природоохранное научно-исследовательское учреждение «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.zapovednik.by/about/>. Дата обращения: 25.10.2017.
4. Характеристика пострадавших районов // Социально-экономическое развитие пострадавших территорий/ Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. 2011. Систем. требования: Microsoft Word. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.chernobyl.gov.by/index.php?option=com\\_content&view=article&id=88&Itemid=38](http://www.chernobyl.gov.by/index.php?option=com_content&view=article&id=88&Itemid=38). Дата обращения: 24.10.2017.

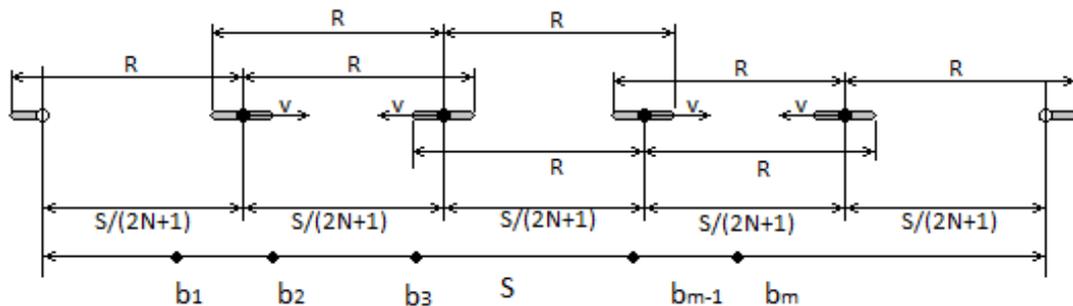
**ДИНАМИКА СБОРА ДАННЫХ С ПРОТЯЖЁННОГО ОБЪЕКТА ДВУМЯ ЦЕПОЧКАМИ БПЛА НА  
ПРОТИВОПОЛОЖНЫХ КУРСАХ**

**А.С. Крупский, М.Ю. Катаев**

Научный руководитель профессор М.Ю. Катаев

**Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,  
г. Томск, Россия**

При сборе данных с протяжённого линейного объекта [1] данные передаются с расположенных на поверхности датчиков  $d_1 \dots d_m$  до курсирующих над объектом цепочек [2] БПЛА (рис. 1).



**Рис. 1** Схема сбора данных с датчиков  $b$  при помощи БПЛА.

Область покрытия WiFi с датчика составляет порядка 100м. Далее принимаются следующие допущения: размер пакета составляет 50КБ. Пакет передаётся один раз для каждого появляющегося в зоне покрытия датчика БПЛА. Так как скорость передачи WiFi (мегабиты в секунду) многократно превышает размер пакета, то временем передачи пакета можно пренебречь и считать, что пакет передаётся на БПЛА мгновенно при его входе в зону покрытия.

Интервал времени между запусками двух БПЛА одной цепочки равен (1).

$$l = \frac{S}{(N+0,5)} \quad (1)$$

Период запуска БПЛА (2)

$$t_p = \frac{l}{v} \quad (2)$$

БПЛА достигает зоны покрытия датчика  $b$  за время (3)

$$t_i = \frac{(b_i - 100)}{v} \quad (3)$$

Так как запуски происходят через интервалы времени  $t_p$ , то передача пакетов будет происходить в моменты времени (4)

$$t_i = \frac{(b_i - 100)}{v} + n \frac{S}{(N+0,5)v} \quad (4)$$

Данное соотношение справедливо для перемещения БПЛА от начала объекта в конец. Для БПЛА, движущегося в противоположном направлении, время подлёта БПЛА к датчику будет выражаться (5).

$$t'_i = \frac{S - b_i - 100}{v} \quad (5)$$

С учётом этого (4) преобразуется в (6) для БПЛА, движущегося в противоположном направлении.

$$t'_i = \frac{S - b_i - 100}{v} + n \frac{S}{(N+0,5)v} \quad (6)$$

Соотношения (4) и (6) описывают время прихода пакетов с отдельного датчика в сеть БПЛА. Так как второе слагаемое (4) и (6) период отправки пакетов, то частота передачи, обратная периоду имеет вид 7.

$$\gamma = \frac{(N+0,5)v}{S} \quad (7)$$

Так как на маршруте  $m$  датчиков, то частота передачи пакетов будет равна  $\gamma m$ . С учётом того, что сбор данных производится двумя цепочками - получим  $2 \gamma m$  (8).

$$X = 2m \frac{(N+0,5)v}{S} p \quad (8)$$

Где  $p$  - размер пакета.

График передачи пакетов для каждого датчика в отдельности представлен на рисунке 2. При этом, секция I представляет собой момент начала запуска цепочек БПЛА. Секция II - момент выхода сети на стационарный режим, а секция III - момент запрета запуска БПЛА и сворачивание сети.

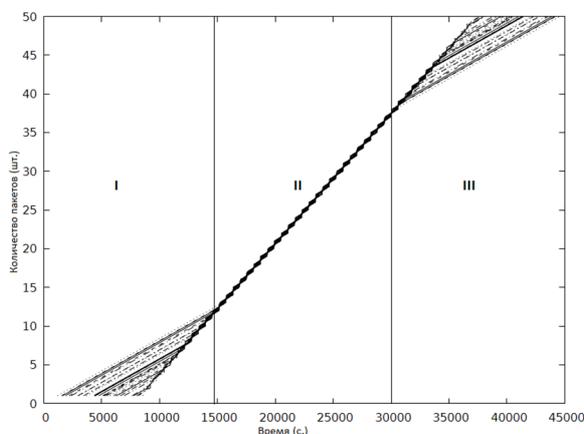


Рис. 2 Динамика передачи сообщений отдельными датчиками

На основе тех же данных возможно представить совокупный график передачи для всех датчиков на объекте (рис. 3).

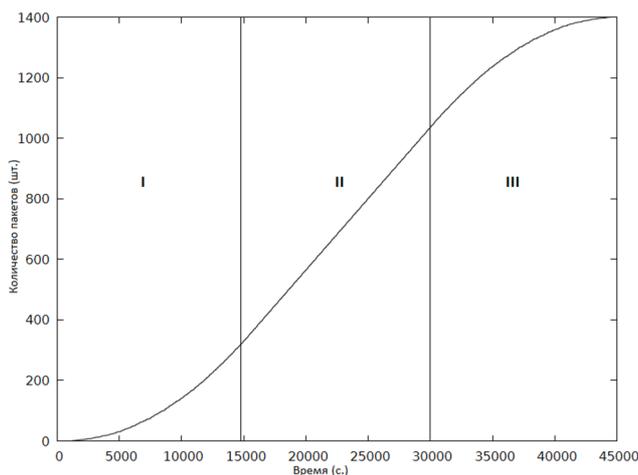


Рис. 3 Общая динамика передачи сообщений датчиками

В результате проделанной работы были выделены режимы функционирования сбора данных при помощи двух цепочек БПЛА на противоположных курсах. Получена оценка частоты передачи пакетов и скорости сбора данных в стационарном режиме.

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

### Литература

1. Крупский А.С. Модель сбора данных подвижным агентом с неподвижного точечного источника при перемещении над ним // Научный форум: Технические и физико-математические науки: сб. ст. по материалам VIII междунар. науч.- практ. конф. – № 7(8). – М., Изд. «МЦНО», 2017. – С. 6 – 11.
2. Крупский А.С, Катаев М.Ю. Передача данных сетью БПЛА вдоль линейного объекта на противоположных курсах // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине IV междунар. науч.-практ. Конф. (в печати).

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ЛЬГОТНОЙ КАТЕГОРИИ ГРАЖДАН ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА ТЕРРИТОРИИ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ГОРОД ТОМСК»**

**В.А. Кузикова**

Научный руководитель старший преподаватель М.В. Козина  
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Современная система удовлетворения социальных потребностей граждан и социальная защита населения - ответственность государства, требующая определенных материально-технических, финансовых и трудовых вложений. А особого внимания со стороны государства, в части предоставления социальной поддержки, требует льготная категория граждан.

Список такой категории, включающий в себя многодетные семьи (признанные в установленном порядке нуждающимися в улучшении жилищных условий), инвалиды и участники Великой Отечественной войны, ветераны и инвалиды боевых действий, семьи, имеющие детей-инвалидов, и других граждан, установленных законом Российской Федерации, становится все больше, и город Томск не является исключением.

В рамках социальной поддержки такой категории населения государство гарантирует им получение определенных льгот. Одной из них является бесплатное предоставление земельных участков для индивидуального жилищного строительства [4]. Механизм реализации данного права устанавливается ее субъектами, а это значит, что в каждом регионе действуют свои правила [3].

Предоставление земельных участков для индивидуального жилищного строительства гражданам льготных категорий на территории муниципального образования «Город Томск» осуществлялось с 2009 года в соответствии с Законом Томской области от 04.10.2002 № 74-ОЗ «О предоставлении и изъятии земельных участков в Томской области» (утратил силу с 25.07.2015) и осуществляется по настоящее время в соответствии с:

- Законом Томской области от 09.07.2015 № 100-ОЗ «О земельных отношениях в Томской области» в порядке очередности, исходя из даты постановки гражданина на учет;

- Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 года № 600 «О мерах по обеспечению граждан Российской Федерации доступным и комфортным жильем и повышению качества жилищно-коммунальных услуг»;

- уточненными минимальными значениями плановых целевых показателей по предоставлению в установленном порядке земельных участков бесплатно в собственность гражданам, имеющим трех и более детей в 2015 г. и на плановый период 2016-2018 годы [2].

Определяет местоположение и общее количество земельных участков, планируемых к предоставлению гражданам в следующем году департамент архитектуры и градостроительства администрации Города Томска. Распределение участков гражданам льготных категорий и учет граждан осуществляется уполномоченным органом муниципального образования - управление социальной политики администрации Города Томска [4].

*Таблица 1*

*Состояние учета льготной категории граждан в МО «Город Томск»*

	Раздел 1 (семьи, имеющие детей-инвалидов)	Раздел 2 (многодетные семьи с тремя детьми, лица, необоснованно репрессированные, ветераны и инвалиды боевых действий и др.)	Раздел 3 (многодетные семьи с четырьмя и более детьми)
Состоящие на учете граждане	1560	2045	162
Продвижение очереди (нарастающим итогом)	254*	564	160

Гражданам, состоящим на учете, на основании решения органа местного самоуправления земельные участки предоставляются в аренду однократно сроком на двадцать лет. После ввода объекта индивидуального жилищного строительства в эксплуатацию и государственной регистрации права собственности на него земельный участок предоставляется гражданам в собственность [4].

В Городе Томске земельные участки для распределения льготным категориям граждан формируются и представлены в ряде населенных пунктов, среди которых: п. Росинка, с. Дзержинское, п. Залесье, д. Киргизка. На сегодняшний день территорией, земельные участки на которой будут подлежать предоставлению многодетным семьям и иным льготным категориям граждан для индивидуального жилищного строительства с последующим предоставлением в

собственность бесплатно, является территория Кузовлевского тракта (согласно утвержденному проекту планировки и проекту межевания территории постановлением администрации Города Томска от 30.11.2011 № 2047-з) [4].

Сегодня в очереди на получение земельного участка для индивидуального жилищного строительства на территории муниципального образования «Город Томск» состоит 3767 заявителей, 786 гражданам предложены земельные участки (данные по состоянию на 01.01.2018) [4].

В настоящий момент 25 % от общего числа многодетных семей отказались от предложенных им земельных участков. Причин может быть несколько, но главной проблемой стало отсутствие инженерной и транспортной инфраструктуры на предоставленных территориях.

В целях обеспечения инженерной инфраструктурой и транспортом территории Кузовлевского тракта были выделены и поставлены на государственный кадастровый учет земельные участки с разрешенным использованием «улицы, дороги, иные пешеходно-транспортные коммуникации, инженерно-технические объекты, сооружения и коммуникации». Однако ввиду сложившейся экономической ситуации и сокращения доходной части бюджета МО «Город Томск», включение затрат на разработку проектно-сметной документации, на выполнение строительного-монтажных работ, на электроснабжение с учетом строительства подстанции в городской бюджет не представляется возможным. Учитывая изложенное, комплексное освоение территории Кузовлевского тракта должно быть возможным только после рассмотрения вопроса об обеспечении инженерной и транспортной инфраструктурой.

Проблемой также является период ожидания предоставления земельного участка, который зависит от количества участков, выделяемых для граждан льготных категорий, и от порядкового номера в очереди.

Согласно представленной на официальном портале МО «Город Томск информации для граждан льготных категорий», в других муниципальных образованиях очередность граждан на получение земельного участка значительно меньше, чем в МО «Город Томск» [4]. Вместе с тем, в соответствии с вышеуказанными законами, гражданин может быть поставлен на учет для получения земельного участка по льготному основанию в любом (одном!) муниципальном образовании на территории Томской области, независимо от места жительства [2]. Таким образом, можно решить проблему с долгосрочным ожиданием «положенной по закону земли», выбрав для постановки на учет иное муниципальное образование Томской области.

Кроме того, существует опасение, что рано или поздно территориальный ресурс для дальнейшего распределения гражданам льготной категории для строительства индивидуального жилого дома может быть исчерпан. Площадь МО «Город Томск» составляет 29513 га. В соответствии с картой градостроительного зонирования Правил землепользования и застройки муниципального образования «Город Томск», утвержденных решением Думы города Томска от 27.11.2007 № 687, строительство индивидуальных жилых домов предусмотрено в территориальной зоне Ж-3 (зона застройки индивидуальными жилыми домами). На территории г. Томска зона застройки индивидуальными жилыми домами занимает 2204 га, из которых 95% уже находятся в пользовании граждан.

Таким образом, для того чтобы исключить проблему, связанную с недостатком земельных участков для дальнейшего обеспечения льготной категории граждан, предлагается либо внести изменения в Генеральный план и градостроительное зонирование города, либо, как вариант, использовать земельный ресурс Томского района (передача прав).

Все вышеперечисленные проблемы в предоставлении земельных участков льготной категории граждан для индивидуального жилищного строительства на территории муниципального образования «Город Томск» вызывают не только многочисленные отказы от предлагаемых территорий, но и общую социальную напряженность, что в итоге может привести к формированию чувства недоверия по отношению к действующему правительству [1].

Вложения государства в систему удовлетворения социальных потребностей граждан не приносят сиюминутной выгоды и «окупаются» в течение длительного периода времени. Однако недостаточное внимание к социальной защите населения способно в существенной мере тормозить темпы социально-экономического развития, непосредственно влияя на жизненный уровень населения: чем выше уровень жизни народа, тем сильнее экономика страны.

#### Литература

1. Аверьянов Л.Я. Социология: что она знает и может. – М.: Социолог, 1993. 328 с.
2. Закон Томской области от 09.07.2015 № 100-ОЗ «О земельных отношениях в Томской области» (с изменениями на 5 сентября 2017 года).
3. Захаров М.Л., Тучкова Э.Г. Право социального обеспечения. – М.: Волтерс Клувер, 2005, 614 с.
4. Официальный портал муниципального образования «Город Томск». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.admin.tomsk.ru](http://www.admin.tomsk.ru).

### **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ПОД ЛИНЕЙНЫМИ ОБЪЕКТАМИ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА ПРИМЕРЕ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ «ОБХОД Г. ХАБАРОВСКА КМ13 - КМ 42»**

**Л.К. Лазарева**

Научный руководитель доцент А.В. Вдовенко

*Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск, Россия*

Система финансовых и нефинансовых преференций, а также организационная поддержка инвесторов позволяют российскому и иностранному бизнесу эффективно использовать имеющийся в Хабаровском крае экономический и природно-ресурсный потенциал. В целях улучшения инвестиционного климата Правительством Хабаровского края ведется целенаправленная работа по сопровождению инвестиционных проектов, например, таких

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

как Проект строительства линейного объекта «Автомобильная дорога «Обход г. Хабаровска км 13 - км 42» в Хабаровском районе и городском округе «Город Хабаровск».

Автодорога «Обход Хабаровска» - это первый проект государственно-частного партнерства на Дальнем Востоке. Финансовая модель подразумевает заключение концессионного соглашения сроком на 15 лет с учетом софинансирования проекта в размере не более 24,8 млрд рублей из регионального и федерального бюджета. При этом рассматривается привлечение средств, собранных системой «Платон».

Учитывая значение г. Хабаровска как крупного транспортно-логистического узла всего Дальневосточного региона, а также особенности территориального планирования г. Хабаровска и Хабаровского муниципального района, реализация проекта позволит улучшить транспортно-экономическую ситуацию не только города и муниципального района, но и в целом юга Дальневосточного региона с обеспечением возможности дальнейшего перспективного развития экономики Хабаровского края. В том числе обеспечение транспортной инфраструктурой объектов и территорий опережающего социально-экономического развития, а также прямой связью между уже существующими федеральными автомобильными дорогами, такие как А-370 «Уссури», Р-297 «Амур» и А-375 «Восток». Обзорная схема автомобильной дороги изображена на рисунке 1.

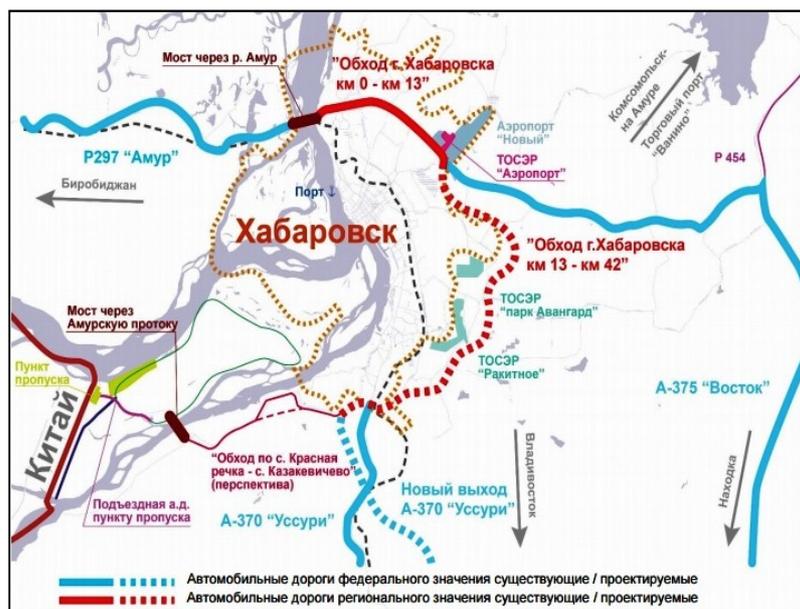


Рис. 1 Обзорная схема автомобильной дороги

В настоящее время действующее законодательство в области градостроительства предполагает разработку проекта планировки и проекта межевания для размещения таких объектов. Проекты разрабатываются на основе Градостроительного кодекса Российской Федерации (Статьи 41- 46), а также Постановления Правительства Российской Федерации от 12 мая 2017 г. № 564 «Об утверждении Положения о составе и содержании проектов планировки территории, предусматривающих размещение одного или нескольких линейных объектов», однако в данном случае необходимо использовать редакцию Градостроительного кодекса до вступления в силу изменений от 1.01.2017 г. , поскольку разработка и утверждения проекта планировки и межевания территории осуществлялась до 2017 года [1].

Проектом межевания определены площадь и границы образуемых земельных участков под строительство линейного объекта. В границах проектирования проектом межевания предложено сформировать 41 земельный участок с видом разрешенного использования для размещения автомобильной дороги и отнести их к категории земельных участков, предназначенных для размещения объектов капитального строительства регионального значения. Процентное соотношение земельных участков по принадлежности их к различным категориям земель представлено на рисунке 2.

В соответствии с законом о государственной регистрации недвижимости №218-ФЗ каждый объект недвижимости подлежит кадастровому учету и регистрации прав [2]. За регистрацию прав уплачивается государственная пошлина в размере 22000 рублей, что является финансово затратным мероприятием для юридических лиц. С целью экономии средств инвестора, а так е систематизации сведений Единого государственного реестра недвижимости, целесообразно осуществлять объединение земельных участков в случае, если их формирование обусловлено размещением единого объекта недвижимости, например, воздушной линии электропередач, объекта автомобильного, железнодорожного и трубопроводного транспорта. Так как автомобильная дорога является единым линейным объектом, целесообразно формировать многоконтурный земельный участок, кадастровый учет которого осуществляется в границах кадастрового округа или на краевом уровне. В тех же случаях, когда проектируемая дорога проходит по уже сформированным земельным участкам, сведения о границах, которых внесены в Единый государственный реестр недвижимости, целесообразна процедура выделения части земельного участка.

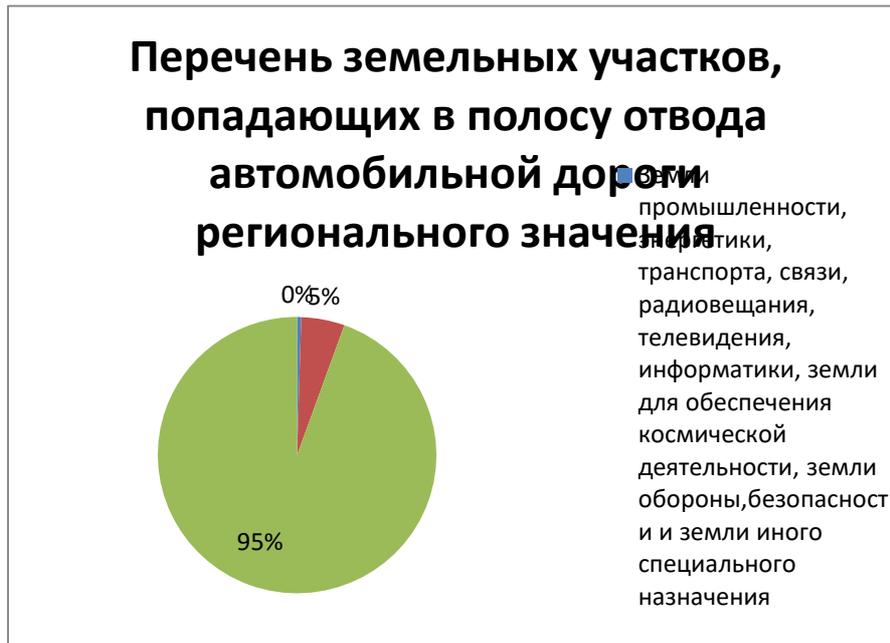


Рис. 2 Анализ земельных участков в полосе отвода автомобильной дороги «Обход г. Хабаровска»

Кроме того, формирование единого многоконтурного земельного участка для строительства и эксплуатации автомобильной дороги позволит существенно сократить временной промежуток, необходимый для осуществления процедуры перевода земель из одной категории в другую (в рассматриваемом случае были затронуты земли населенных пунктов, земли сельскохозяйственного назначения и земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земли обороны, безопасности и земли иного специального назначения), а также процедуры постановки такого земельного участка на кадастровый учет.

Таким образом, по нашему мнению, учет объекта как многоконтурного, единого объекта недвижимости будет способствовать скорейшей реализации данного проекта, привлечению инвестиций в край, в том числе иностранных, формированию положительного образа региона, распространению информации о крае и его инвестиционных возможностях.

#### Литература

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ.
2. Федеральный закон от 13.07.2015 N 218-ФЗ (ред. от 03.07.2016) "О государственной регистрации недвижимости".

### ОЦЕНКА РИСКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ (НА ПРИМЕРЕ Г. ТОМСКА) С.Э. Майер

Научный руководитель доцент Е.А. Солдатова  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет. Томск, Россия

Сегодня во всем мире достаточно остро стоит вопрос экологического состояния окружающей среды. Развитие инфраструктуры и промышленности накладывает отпечаток на экологическую обстановку в целом и на здоровье человека в частности. Томск является одним из крупных промышленных центров Западной Сибири. В городе располагаются предприятия топливной, энергетической, лесной и деревообрабатывающей, а также химической промышленности. Территория исследования насчитывает более 30 предприятий гипотетический оказывающих влияние на окружающую среду.

Оценка рисков является одним из инструментов для принятия различного рода управленческих решений для защиты населения от воздействий природного и техногенного характера, а также для прогнозирования подобных явлений.

Исходными данными при оценке рисков хронического ингаляционного воздействия послужили материалы ОГБУ «Областного комитета охраны окружающей среды и природопользования», находящихся в открытом доступе. Были проанализированы данные по 39 точкам отбора проб за период с 2014 по 2017 гг [1]. Исследования проводились по 10 химическим соединениям, таким как: оксид углерода, диоксид азота, фенол, формальдегид, свинец, медь, бензол, взвешенные частицы (пыль), бенз(а)пирен, водород хлористых. Из приведенных веществ, 5 не имели превышений предельно допустимых концентраций (ПДК), в связи с чем были исключены из дальнейших исследований.

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

Оценка риска развития неканцерогенных эффектов при хроническом ингаляционном воздействии проводилась согласно «Руководству по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» [2].

*Методика исследований.*

При ингаляционном поступлении, если только это не диктуется специальными задачами исследования, нет необходимости рассчитывать дозу воздействия и расчет коэффициента опасности осуществляется по формуле:

$$HQ_i = \frac{C_i}{RfC}$$

где:

HQ<sub>i</sub> - коэффициент опасности воздействия вещества i;

C<sub>i</sub> - уровень воздействия вещества i, мг/м<sup>3</sup>;

RfC - безопасный уровень воздействия, мг/м<sup>3</sup>.

Если рассчитанный коэффициент опасности (HQ) вещества не превышает единицу, то вероятность развития у человека вредных эффектов при ежедневном поступлении вещества в течение жизни незначительна и такое воздействие характеризуется как допустимое. Если коэффициент опасности превышает единицу, то вероятность возникновения вредных эффектов у человека возрастает пропорционально увеличению HQ, однако точно указать величину этой вероятности невозможно.

Вещества, загрязняющие объекты окружающей среды, должны быть проранжированы по величине коэффициента опасности для определения наиболее приоритетных загрязнителей [2].

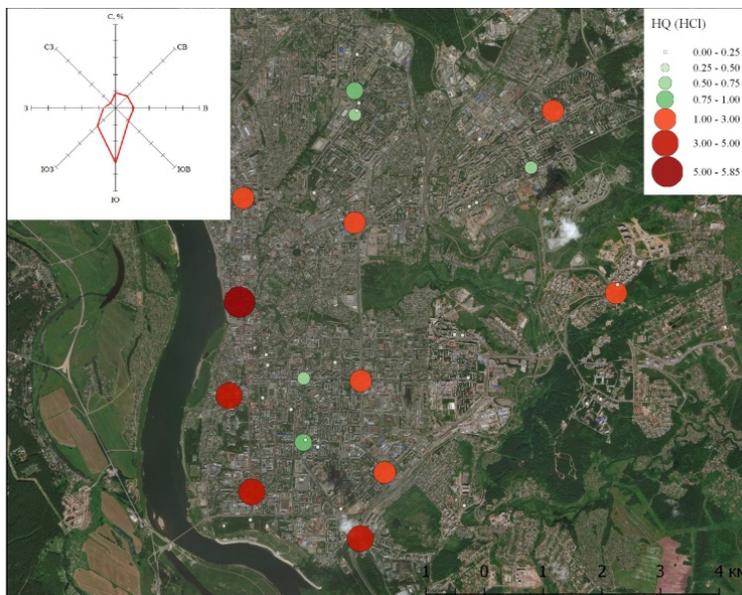
При одновременном воздействии нескольких химических соединений производится оценка расчета суммарного коэффициента опасности HI, который определяется для веществ, влияющих на одну систему или орган. Полученное значение HI также не должно превышать единицу [2].

Суммарный индекс опасности для условий одновременного поступления нескольких веществ одним и тем же путём, в нашем случае - ингаляционным рассчитывается по формуле:

$$HI = \sum HQ_i$$

Основным критерием в выборе оцениваемых загрязняющих веществ являются их токсические свойства и вероятность влияния на организм.

Проведенные в ходе настоящей работы расчеты показали, что для 35 из 39 точек опробования в разные годы значение коэффициента опасности превышает единицу, т.е. существует риск развития неканцерогенных эффектов при хроническом ингаляционном воздействии. Значения полученных индексов опасности изменяются от 0,1 до 5,85. Из пяти исследуемых соединений наибольшие коэффициенты наблюдались по взвешенным частицам и водороду хлористому. Максимальный коэффициент опасности зафиксирован в районе площади Ленина.



**Рис. 1** Распределение коэффициентов опасности (HQ) от воздействия водорода хлористого, содержащегося в воздухе, по территории г. Томска за 2017г

Полученные значения коэффициентов опасности были проранжированы в зависимости от величины и нанесены на карту (рис. 1). Точки опробования, индекс опасности которых превышает допустимое значения распространены по всей территории города. Наиболее благополучным районом в отношении риска в связи с постоянным ингаляционным воздействием можно назвать северную часть города. Стоит отметить, что наиболее подвержено риску неканцерогенного воздействия, связанного с поступлением в организм взвешенных веществ и хлористого водорода, население Ленинского района.

Согласно методике оценки суммарного риска развития неканцерогенных эффектов [2] расчет проводился исходя из влияния воздействующих компонентов на системы организма [3].

Таблица

**Влияние оцениваемых веществ на организм человека при хроническом ингаляционном воздействии**

Воздействующие компоненты	Критический орган (система)	Суммарный индекс опасности HI			
		2014	2015	2016	2017
CO, HCl	Сердечно-сосудистая система	3,46	2,24	1,21	2,71
NO <sub>2</sub> , Взвешенные частицы (пыль), HCl, C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	Дыхательная система	5,47	4,72	2,54	3,64

Исходя из таблицы, исследуемые компоненты главным образом воздействуют на дыхательную и сердечно-сосудистую системы.

Согласно представленной методике [2], если полученная величина коэффициента опасности HQ меньше 0,1, то при комбинированном воздействии нескольких компонентов на одни и те же системы организма, исключение данного элемента или соединения не приведет к существенному снижению суммарного риска. Согласно этого условия, при расчете суммарного индекса опасности были включены только те элементы и соединения, коэффициент опасности HQ для которых превышал значение 0,1 или был приближен к нему. Кроме того, расчеты проводились только по тем точкам опробования, по которым были известны концентрации всех необходимых веществ.

Расчет суммарного индекса опасности развития неканцерогенных эффектов при хроническом ингаляционном воздействии показал, что при хроническом воздействии веществ на население, имеется риск развития заболеваний сердечно-сосудистой и дыхательной систем, но учитывая то, что значения суммарного риска в 2017 году значительно меньше, чем в 2014 году, наблюдается положительная динамика изменений.

Литература

1. ГИС Мониторинг качества окружающей среды. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://green.tsu.ru/monitoring/>. Дата обращения: 20.01.2018.
2. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
3. United States Environmental Protection Agency (EPA) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants>. Дата обращения: 20.01.2018.

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СНЕЖНЫХ ОТВАЛОВ**

**Е.С. Макарова**

Научный руководитель профессор О.А. Пасько

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Проблема эксплуатации и размещения снежных отвалов является актуальной для большинства городов России, особенно для Сибирского федерального округа в зимний период. В настоящее время в России отсутствуют требования к обращению со снежными отвалами. Данное обстоятельство приводит к возникновению различного рода нарушений земельного (нерациональное и нецелевое использование земельных участков) и экологического (загрязнение поверхности земельного участка, почв и грунтовых вод) законодательства. Эксплуатация снежных отвалов также может приводить к возникновению экологических рисков [4].

Экологические риски занимают особое место среди различных рисков, с которыми в настоящее время сталкивается человечество (политических, экономических, финансовых, социальных и других). К тому же происходит рост многочисленных глобальных, региональных и локальных экологических проблем, от решения которых зависит и состояние природной среды, и здоровье людей [1].

Целью данной работы является оценка экологических рисков эксплуатации снежных отвалов г. Томска.

Объектами исследования служили территории СО по адресам: пересечение ул. Ивановского и ул. Высоцкого (СО1), ул. Мостовая 40а (СО2), пос. Хромовка 35/2 (СО3).

Методы исследования: полевое обследование и дистанционное зондирования территории СО по снимкам высокого пространственного разрешения с картографического сервиса GoogleEarth, обрисовка границ и вычисление площадей при помощи геоинформационных систем Qgis и ArcGIS.

«Экологический риск» - это оценка вероятности появления негативного рода изменений в окружающей среде, вызванные антропогенными воздействиями или другими видами воздействий на природную среду [2].

Перед началом реализации любого проекта должна производиться оценка экологического риска. Оценка производится через проведение научного исследования, в котором сочетаются изучение фактов и научных прогнозов. В конечном итоге получается работа, позволяющая прогнозировать степень воздействия на данную местность загрязняющих факторов или других вредных. Классификация экологических рисков представлена в таблице 1.

**СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР  
НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ**

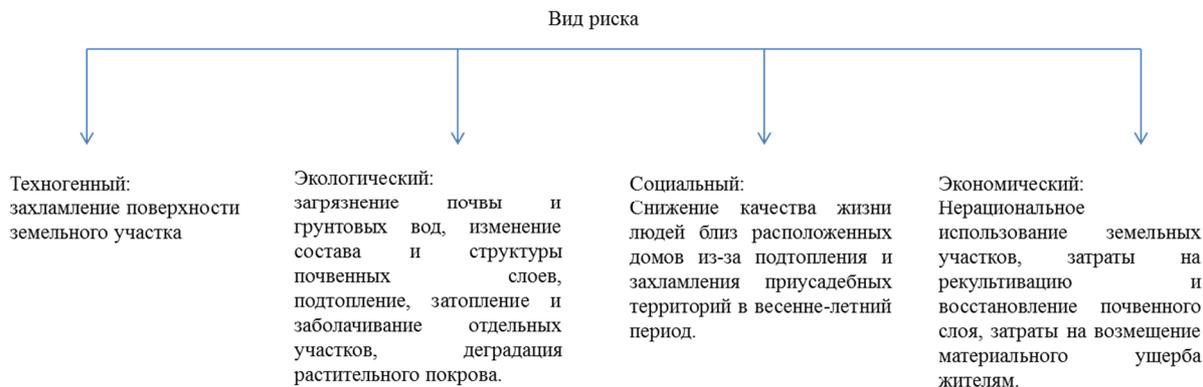
**Таблица 1**

**Виды и характеристика экологических рисков**

Вид	Характеристика риска		Результат воздействия
	Объект	Источник	
Индивидуальный	Человек	Человек	Травмы, болезни, инвалидность или смерть.
Техногенный	Технические системы.	Несовершенство объекта и нарушения правил его эксплуатации	Аварии, взрывы и катастрофы.
Экологический	Экологические системы.	Вмешательство человека в условия природной среды данной местности или региона в целом.	Экологический ущерб.
	Материальные ресурсы.	Повышенная опасность производства или неблагоприятные условия природной среды для его организации.	Экологический ущерб.
Социальный	Социальная группа.	Чрезвычайная ситуация и снижение качества жизни	Групповые травмы, заболевания.
Экономический	Материальные ресурсы	Нерациональное и нецелевое использование	Нарушение законодательства, материальные затраты.

Фактически работа по оценке экологических рисков сводится к обсуждению возможного экологического ущерба, а также экономических потерь и убытков в результате того или иного события или изменения состояния окружающей среды.

При эксплуатации снежных отвалов возможно возникновение следующих видов рисков (рис. 1):



**Рис. 1 Классификация рисков от эксплуатации снежных отвалов**

По результатам предыдущих работ сделан вывод о том, что неправильная эксплуатация территорий под снежными отвалами привела к возникновению следующих рисков (табл. 2).

**Таблица 2**

**Проявившиеся риски эксплуатации снежных отвалов в г. Томске**

СО	Техногенный	Экологический	Социальный	Экономический
СО1	+	+	-	+
СО2	+	+	-	+
СО3	+	+	+	+

Из таблицы 2 видно, что техногенный, экологический и экономический риски присутствуют на всех снежных отвалах. Социальный риск присутствует только на одном снежном отвале, что связано с его месторасположением. Возникновению всех видов рисков послужило отсутствие нормативно-правовой базы в отношении территорий под снежными отвалами. Все сводится к экономическим затратам и вложениям на

устранение последствий и возникших рисков от неправильного использования данных земельных участков, что в дальнейшем позволит повысить, в первую очередь, экологическую и социальную безопасность.

На рисунке 2 представлен пример возникшего техногенного риска на территории СОЗ.



Рис. 2 Территория СОЗ в сентябре 2017 г.

В результате проделанной работы, следует сделать вывод о том, что при разработке проекта по обустройству территории снежного отвала и выборе его местоположения необходимо производить анализ и оценку всех видов рисков, в первую очередь, экологических. Данная оценка позволит в будущем избежать факта возникновения нарушения экологического и земельного законодательства.

#### Литература

1. Экологический риск / Материалы IV Всероссийской научной конференции с международным участием (г. Иркутск, 18-21 апреля 2017 г.). – Иркутск: Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2017.– 361 с.
2. Экологический риск – классификация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ecology-78.ru/promyshlennaya-ekologiya/242-ekologicheskij-risk>. Дата обращения 16.01.2018.
3. Pasko O. A. , Tokareva O. S. , Ushakova N. S. , Makartsova E. S. , Gaponov E. A. The application of satellite methods for monitoring snow dump sites / Применение спутниковых методов исследований для оценки состояния территорий снежных отвалов // *Sovremennye Problemy Distantionnogo Zondirovaniya Zemli iz Kosmosa – Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса.* – 2016 – Vol. 13 – №. 4. – р. 20 –28.
4. Pasko O.A., Makartsova E.S., Ushakova N.S., Tokareva O.S., Mochalov M.V. The possibility of distance methods application for snow dump sites monitoring // *MATEC Web of Conferences.* – 2016. – Vol. 48, Article number 05002. – P. 1 – 4.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЛЕСОВ, ПОВРЕЖДЕННЫХ ШЕЛКОПРЯДОМ, В ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

К.А. Маслов

Научный руководитель доцент О.С. Токарева

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Лесной комплекс России занимает важное место в экономике страны, являясь источником древесины и других благ и выполняя важные средозащитные и средообразующие функции. В частности, леса - один из наиболее значимых активов Томской области: около 20% лесных ресурсов Западной Сибири находится в Томской области, 58,2% области покрыто лесными насаждениями, 58% из которых представлено хвойными породами деревьев [2, 4].

Сибирский шелкопряд является опасным насекомым-вредителем в азиатской части России, оказывающим негативное влияние преимущественно на хвойные леса [3]. Очаги массового размножения ежегодно наносят существенный урон лесному хозяйству. В лесах Томской области действовал режим чрезвычайной ситуации в период времени с 11 апреля по 18 октября 2017 года, связанный с распространением сибирского шелкопряда.

Целью данной работы является анализ изменения состояния лесов, поражённых шелкопрядом, с использованием данных дистанционного зондирования Земли на основании анализа динамики значений, нормализованного относительного вегетационного индекса (NDVI). Анализируя значения NDVI, можно говорить о состоянии лесного покрова [5]. Участки леса, поражённые сибирским шелкопрядом, отличаются более низкими значениями индекса.

Объектами исследования являются участки территории, расположенные вблизи поселка Улу-Юл Томской области, поражённые гусеницами сибирского шелкопряда. Границы исследуемых участков (Рис. 1) были построены в векторном формате по данным Департамента лесного хозяйства [4] и Центра защиты леса Томской области. Участок № 1 - местность, поражённая очагом размножения сибирского шелкопряда, участок № 2 - местность, в которой проходила обработка лесов от шелкопряда.

Для анализа были использованы космические снимки со спутника Landsat 8 за период с 2013 г. по 2017 г., позволяющие проследить динамику NDVI в летние месяцы года и преимущественно не покрытые облачностью в исследуемых границах (21.06.2013, 30.07.2013, 24.06.2014, 02.08.2014, 27.06.2015, 20.07.2015, 13.06.2016, 03.08.2017, 26.08.2017).

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

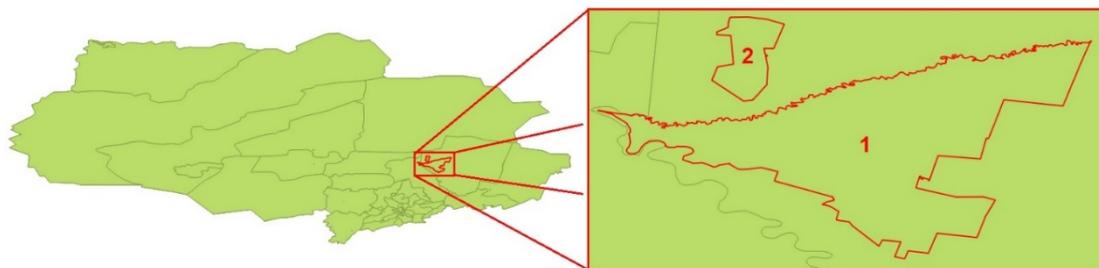


Рис. 1 Исследуемые участки

Для каждого снимка был произведен расчет NDVI (Рис. 2), далее из анализа были исключены области, покрытые облаками, путем формирования и применения масок облачности, после чего был произведен расчет средних значений NDVI для каждого снимка в границах исследуемых участков.

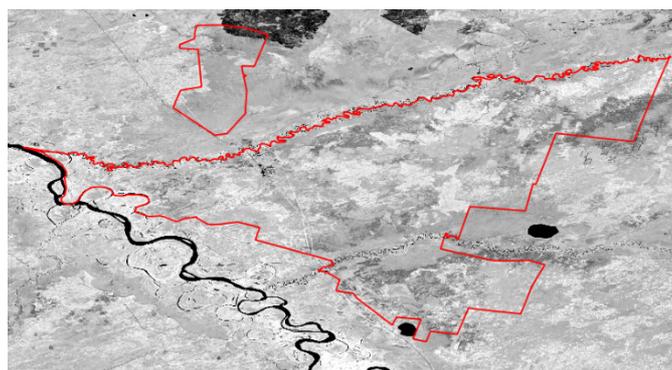


Рис. 2 Карта NDVI

Для обработки космических снимков использовалась свободно распространяемая геоинформационная система QGIS. Результаты обработки снимков были представлены в виде графиков (Рис. 3 и Рис. 4).

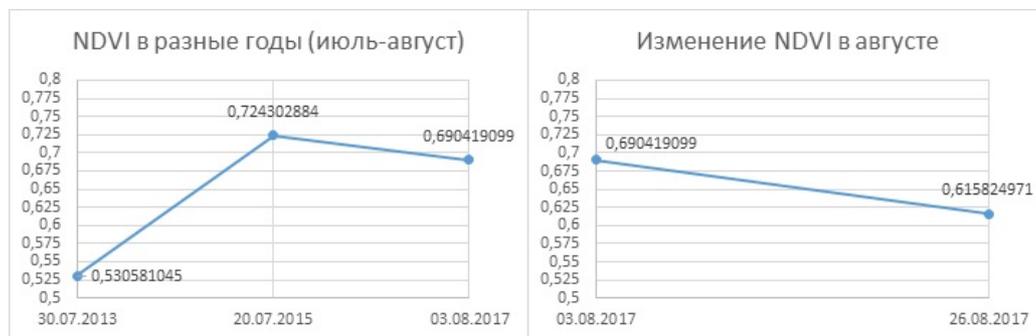


Рис. 3 Динамика NDVI для участка № 1

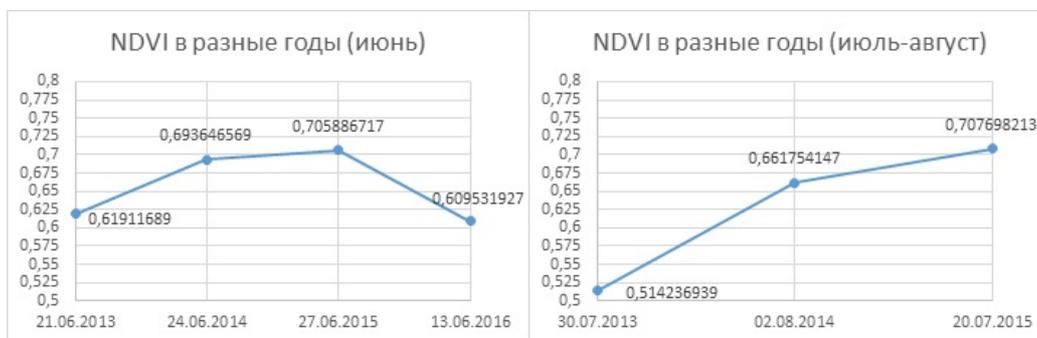


Рис. 4 Динамика NDVI для участка № 2

В течение промежутка времени с 2013 г. по 2015 г. значения NDVI во всех исследуемых участках возрастали для снимков с близкими датами. При этом по снимкам, датированным концом июля - началом августа, наблюдается увеличение значения NDVI на величину порядка 0,2. Для участка № 1 наблюдается незначительное уменьшение среднего значения NDVI в 2017 г. по сравнению с 2015 г. Согласно данным со снимков начала и конца

августа 2017 г., среднее значение NDVI в течение месяца ожидаемо уменьшилось для участка № 1. Для участка № 2 за период с 2015 г. по 2016 г. также наблюдается уменьшение среднего значения NDVI на величину порядка 0,1.

Полученные результаты не позволяют однозначно оценить масштаб влияния сибирского шелкопряда на исследуемые участки. Необходимы дополнительные исследования, в частности анализ динамики NDVI для участков хвойного леса в отдельности. Для этого необходима предварительная классификация космических снимков исследуемой территории по породному составу деревьев. Также необходимо привлечение данных с других спутников, что позволит увеличить количество безоблачных снимков территории и получить измерения значений NDVI в требуемые даты.

#### Литература

1. Департамент лесного хозяйства Томской области: Пандемия сибирского шелкопряда [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://deples.tomsk.gov.ru/pandemija-sibirskogo-shelkopriada>. Дата обращения: 05.10.2017.
2. Зайцева Х.И., Зиновьева И.С. Роль и значение лесного комплекса в экономике РФ // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 7 – 1. – С. 132–134.
3. Сибирский шелкопряд [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://insects.botgard.uran.ru/node/6>, свободный. Дата обращения: 18.12.2017.
4. Экономико-географическая характеристика Томской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.geogtime.ru/goas-469-3.html>, свободный. Дата обращения: 20.12.2017.
5. NDVI - теория и практика. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gis-lab.info/ga/ndvi.html/>

### ФОРМИРОВАНИЕ ВОДНО-ЗЕМЕЛЬНЫХ ОТНОШЕНИЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА

**А.Ю. Махашкеева, И.А. Миньковская**

Научный руководитель профессор В.К. Попов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В последнее время особая значимость в научном плане является внедрение инновационных спутниковых технологий в геодезическую деятельность.

Высокая точность, оперативность, практичность, а также функциональность спутниковых методов съемки позволяет получать информацию от незначительных до более крупных объектов земной поверхности, что заставляет совершенствовать современные компьютерные технологии, от технических приборов до программного обеспечения. На сегодняшний день необходима наиболее высокая точность и оперативность измерений, которая может позволить наблюдать за движениями и деформациями земной поверхности как из космоса, так из-под пластов земли.

Причины деформаций бывают двух видов: природными и техногенными. К техногенным проявлениям нефтяной промышленности относят: разработку и эксплуатацию инженерных сооружений, повышение нагрузки на окружающую среду, а также изменения уровня грунтовых вод.

Нефтяная промышленность в свою очередь относится к явлению локальной геодинамики. Регион протяженностью до 100 км, можно считать местоположением локальной динамики на которых проявляются деформации земной поверхности под воздействием бурения скважин. Эти скважины активно воздействуют на приповерхностную геологическую структуру. Для таких участков недр специально создаются геодинамические полигоны.

В период эксплуатации добычи нефтяных месторождений, происходит деформация земной поверхности за счет бурения скважин при выбросах углеводорода и уплотнения коллекторов. Данные процессы ведут к изменению фильтрационно-емкостных свойств, что ведет к сдвигу горных пород и, следовательно, самой земной поверхности, а также к образованию воронки депрессии. Данные изменения достигают около 12-15 км, они способствуют в дальнейшем развитию изменения рельефа. Вода, попадая в трещины при замерзании расширяет и раздвигает ее края. При оттаивании она вытекает с накопившимися в ней частицами. Далее происходит аналогичный процесс при похолодании, который ведет к более масштабной деформации. Помимо этого, данное изменение рельефа ведет к увеличению воды. Она в свою очередь влияет на климатические условия местности. В местности, которая, отдалена от формирования водных процессов будет более прохладный континентальный климат. Рядом с водоемами участками лето будет прохладнее, а зима теплее.

Не только сдвигание пород является проблемой геодинамических полигонов, также экономическая сторона данной проблемы несет значительные убытки. Например, расходы по эксплуатации бурения, при убывании нефти на оказывает сопротивление плотность воды и земли. Что ведет к медленному разрушению деталей буровой установки, например, слом обсадных колонн, порывы промысловых трубопроводных систем эксплуатационных скважин. Также подземные коммуникации подвергаются повреждениям, которые могут служить причиной опасности жизнедеятельности не только сотрудников ведущие рабочую деятельность на месторождении, но и прочих лиц. А рвущиеся водопроводные пути из-за давления ведут снова же к утечке жидкости, которая ведет к накоплению вредных для растений солей в почве. Данное явление можно охарактеризовать как «засоление почв», оно не является положительным для участка, оно ведет к созданию в почве низкого водного потенциала.

На сегодняшний день существует метод, который поддерживает пласты земной поверхности. Новая технология закачки в нефтяной пласт воды, на сегодняшний день самый популярный способ разработки нефтяных месторождений. Данная технология может позволить поддерживать высокие текущие дебиты скважин, что в итоге позволяет получить высокий процент отбора извлекаемых запасов углеводорода. Важно знать, что закачка воды в

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

нефтяной пласт должна производиться из запасов скважин, находящихся на территории месторождения, если произвести закачку иной воды, то может произойти дисбаланс из-за разных по составу химических элементов.

Также закачка воды является более эффективным с точки зрения экономических ресурсов, например, является тот факт, что вода является общедоступным ресурсом. Далее этот способ наиболее является простым, так как осуществляется процессом нагнетания гидравлического напора столба жидкости в скважине. Самый главный плюс этого способа с точки зрения физических свойств это повышенная нефтеотдача при вытеснении нефти.

Изначально скважину добычи углеводорода можно охарактеризовать высоким дебитом, благодаря высокому пластовому давлению. Понижение уровня добычи в процессе эксплуатации, зачастую вынуждает искусственно поддерживать пластовое давление, для увеличения периода ее эксплуатации. Далее применяются способы, которые поддерживают пластовое давление на уровне путем закачки воды или газа. Заведение позволяет повысить уровень дебитов добывающих скважин и повышает коэффициент извлечения углеводорода.

В период заводнения закачиваемая вода в первую очередь проникает в зону с высокой проницаемостью. Далее она продвигается по ним формируя пути, по которым достигает добывающую скважину (Рис. 1). Этот процесс приводит к образованию обводнения, в то время как менее проницаемые зоны содержащие запасы нефти остаются неохваченными (Рис. 3). В итоге промыва закачиваемой воды продукция добывающей скважины обводняется, что ведет к понижению уровня добычи. Для предотвращения промывов воды, в начальном периоде процесс заводнения производится закачка растворов полимера. Это способствует к выравниванию вязкости закачивания химического вещества и вязкость самой нефти.

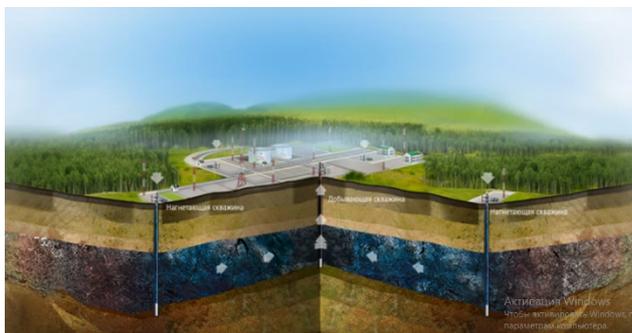


Рис. 1 Добыча нефти с заводнением [3]

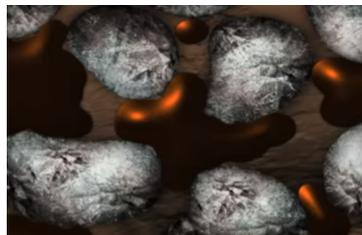


Рис. 2 Нефть в пласте до заводнения [3]

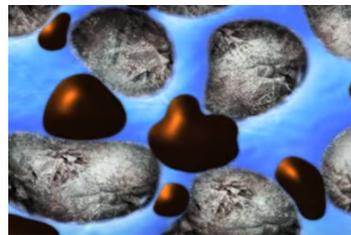


Рис. 3 Нефть в пласте после заводнения [3]

С помощью мониторинга и анализа были зафиксированы изменения просадочного типа земной поверхности на нефтяных месторождениях таких как на диаграмме 1.

- Willmington - 8,8 метра;
- Lagunillas - 4,1 метра [2].

Существует ряд факторов развития деформации земли, например, такие как:

- значительность площади разрабатываемого месторождения (более 100 км<sup>2</sup>);
- значительность мощности продуктивных отложений (100 метров);
- относительность небольшой глубины интервалов геологических разрезов (до 2000 метров);
- уровень высокой пористости пород резервуара (около 26 - 30% и более);
- аномально высокое пластовое давление и его относительно быстрое снижение в процессе освоения [1].

Также на примере территории Сибири можно выделить Самотлорское месторождение по добыванию углеводорода, которое расположено в «болотистой местности». Просадка земной поверхности достигает около 2 метров, можно отметить, что если бы месторождение было расположено где-то на участке с преобладающим количеством песка, ежели чем глины и болота, то можно было бы исключить деформацию земной поверхности за счет плотной структуры разреза земли.

Метод закачки водяного пласта в нефтяное месторождение более рационально использует природные ресурсы. Для данной технологии не требуется строить совершенно новую промышленную инфраструктуру. Нефтедобывающие и газодобывающие компании могут свести вред окружающей среде к минимальному значению, а также понизить дополнительно генерируемые отходы на тонну дополнительно добытой нефти. С помощью геодинамических полигонов можно проводить мониторинг деформации земной поверхности, а также проверять временем эффективность метода закачки водяного пласта.

Литература

1. Бикташев Д.В., Голубко Б.П. Анализ методов прогноза геодинамических явлений при разработке местоположений углеводородного сырья / Бикташев Д.В., Голубко Б.П. // Международная научно –практическая конференция «Уральская горная школа - регионам». – 2016. – С. 344.
2. Кузьмин, Ю.О. Геодинамические полигоны – эффективный инструмент обеспечения эколого-промышленной безопасности объектов нефтегазового комплекса / Ю.О. Кузьмин // Международный научный конгресс «ГЕО-Сибирь-2008». Т.1, ч.2, Новосибирск. 22-24 апр. 2008 г. – Новосибирск: СГГА, 2008. – С. 22 – 26.
3. Повышение нефтеотдачи технологией АСП. – 2013. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.youtube.com/watch?v=7N73vE5pT\\_g](https://www.youtube.com/watch?v=7N73vE5pT_g). Дата обращения 10.13.2017.

**ОСОБЕННОСТИ ГОСУДАРСТВЕННОГО КАДАСТРОВОГО УЧЕТА НА ТЕРРИТОРИИ  
ДЕРЕВНИ КУДРИНСКОГО УЧАСТКА**

**П.Д. Мезева**

Научный руководитель ассистент Л.Н. Чилингер

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В настоящее время большое количество земельных участков на территории Российской Федерации не стоят на государственном кадастровом учете или стоят неверно. На территории Томского района это связано с тем, что до мая 2010 года не было системы координат, каждый земельный участок выносился на местность относительно различных капитальных объектов (столбов, границ других земельных участков). Кроме того, постановка земельных участков на государственный кадастровый учет выполнялась по описательному фактору в отдельности для каждого земельного участка [2]. Поэтому при переходе в местную систему координат МСК 70 на территории Томского района образовались дополнительные несоответствия сведений государственного кадастра недвижимости (в настоящее время, единый государственный реестр недвижимости) фактическому местоположению земельных участков.

В качестве примера для изучения выбрана деревня Кудринский Участок, которая активно развивается и застраивается, основанная примерно в 1708 года. В настоящее время деревня входит в состав Томского района Томской области, расположена на территории Зоркальцевского сельского поселения [1]. Расстояние до г. Томска (административный центр области) составляет 25 км, до с. Зоркальцево (центр поселения) - 6 км (рис. 1).



*Рис. 1 Схема д. Кудринский Участок*

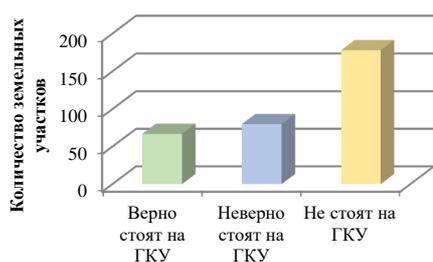
При изучении территории д. Кудринского Участка было обнаружено, что не все земельные участки правильно стоят на государственном кадастровом учете (ГКУ), а многие и вовсе не стоят на учете.

В процессе исследования посчитано (12.12.2017 г.):

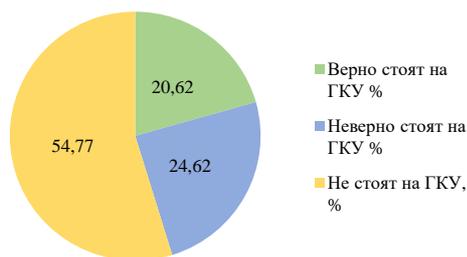
- общее количество земельных участков, расположенных на данной территории - 325;
- количество земельных участков, правильно стоящих на государственном кадастровом учете - 67;
- количество земельных участков, неверно стоящих на государственном кадастровом учете - 80;
- количество земельных участков, не стоящих на государственном кадастровом учете - 178.

Для анализа территории д. Кудринский Участок построен график в количественном соотношении земельных участков (рис. 2) и диаграмма в процентном соотношении (рис. 3).

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

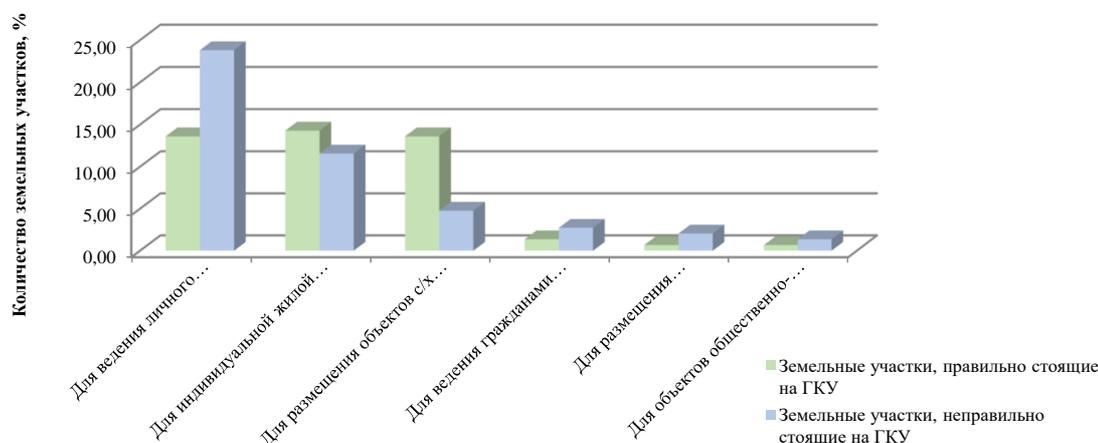


**Рис. 2** Статистика земельных участков д. Кудринский Участок в количественном соотношении



**Рис. 3** Статистика земельных участков д. Кудринский Участок в процентном соотношении

Кроме того, все земельные участки деревни Кудринский Участок были проанализированы и представлены согласно видам разрешенного использования (рис.4) [1].



**Рис. 4.** Земельные участки, стоящие на государственном кадастровом учете в соответствии с видом разрешенного использования [1]

Таким образом, получили следующее соотношение в отношении земельных участков, верно стоящих на государственном кадастровом учете:

- для ведения личного подсобного хозяйства составляет 13,61%;
- для индивидуальной жилой застройки - 14,29%;
- для размещения объектов сельскохозяйственного назначения и сельскохозяйственных угодий - 13,61%;
- для ведения гражданами садоводства и огородничества - 1,36%;
- для размещения промышленных объектов - 0,68%;
- для объектов общественно-делового значения - 0,68%;

Количество земельных участков, которые стоят на ГКУ неверно составляет: 23,81%, 11,56%, 4,76%, 2,72%, 2,04%, 1,36%, соответственно.

Следует заметить, 73 земельных участка, расположенные на территории д. Кудринский Участок имеют разрешенное использование - «для индивидуальной жилой застройки» с датой постановки на государственный кадастровый учет - 18.10.2017 года. Вероятней всего, данные земельные участки стоят на учете верно, однако в силу отсутствия дополнительных сведений точно утверждать это невозможно.

В связи с тем, что данная территория начала активно застраиваться сравнительно недавно, более половины земельных участков деревни Кудринского Участка не поставлены на государственный кадастровый учет (54,77 % согласно рис. 3) и около 1/4 земельных участков стоят на ГКУ неверно (24,64% согласно рис. 4). Причем большая часть земельных участков относится к виду разрешенного использования - «для ведения личного подсобного хозяйства», «для индивидуальной жилой застройки» и «для размещения объектов сельскохозяйственного назначения и сельскохозяйственных угодий».

Отсутствие сведений о верных и установленных границах земельных участков в едином государственном реестре недвижимости влечет за собой споры по смежным границам между соседями, трудности между потенциальными продавцами и покупателями и экономические потери для бюджета муниципального образования и Российской Федерации. Изменить установившиеся обстоятельства возможно путем внесения соответствующих

поправок в действующее законодательство, части из которых вступили в силу с 1 января 2018 года. Однако, насколько это изменит сложившуюся ситуацию можно будет анализировать только с течением времени.

Литература

1. Администрация Зоркальцевского сельского поселения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.zorkpos.tomsk.ru>.
2. Чилингер Л. Н. Использование земельно-кадастровой информации для водосборных урбанизированных территорий // Творчество юных - шаг в успешное будущее: материалы VIII Всероссийской студенческой научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина, г. Томск, 23-27 ноября 2015 г. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – С. 350 – 351.

**КАДАСТРОВЫЕ РАБОТЫ ПО УСТАНОВЛЕНИЮ ГРАНИЦ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА И ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ЗОН МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «КЛЮКВИНСКОЕ СЕЛЬСКОЕ ПОСЕЛЕНИЕ» ВЕРХНЕКЕТСКОГО РАЙОНА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ РЕФОРМИРОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА**

**А.В. Мусейко**

Научный руководитель старший преподаватель М.В. Козина

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В соответствии с Градостроительным кодексом РФ под территориальными зонами понимают территории, для которых определены границы и установлены градостроительные регламенты. Суть территориального зонирования состоит в «разграничении территорий, отличающихся друг от друга по каким-либо признакам, которые не могут быть совместимы между собой, установлении на этой основе границ зон и подзон, перечней разрешенного использования и допустимых строительных изменений в их пределах - градостроительных регламентов». Таким образом, границы территориальных зон и градостроительные регламенты устанавливаются с учетом общности функциональных и параметрических характеристик недвижимости, а также требований о взаимном не причинении несоразмерного вреда друг другу рядом расположенными объектами недвижимости.

*Таблица*

*Количественная характеристика выявленных наложенных границ земельных участков*

№	Наименование зоны	Площадь зоны, кв.м	Количество наложенных границ земельных участков
1	Зона застройки одноэтажными двухквартирными и индивидуальными жилыми домами (Ж-1)	1194232	35
2	Зона развития жилой застройки (Ж-3)	196278	4
3	Зона жилой застройки, предусмотренной к расселению по мере износа (Ж-4)	49183	4
4	Зона многофункциональной общественно-деловой застройки (ОД-1)	43209	11
5	Зона рынков, оптовой торговли (ОД-2)	2851	2
6	Зона образования (ОС-1)	27191	4
7	Зона спортивно-оздоровительных сооружений (ОС-2)	48037	2
8	Зона зеленых насаждений общего пользования (Р-1)	44234	4
9	Зона лесопарков (Р-2)	50090	2
10	Природный ландшафт (Р-3)	601419	6
11	Зона зеленых насаждений специального назначения (Р-4)	238832	5
12	Зона кладбища (СП-1)	46138	-
13	Зоны полигона твердых бытовых отходов, скотомогильника, полей захоронения (СП-2)	2307	-
14	Территориальная зона сельскохозяйственных угодий (пашни, пастбища, сенокосы) (СХ-1)	262369	1
15	Зона промышленно-коммунальных объектов IV класса вредности (СЗЗ: 100 м) (П-1)	298816	3
16	Зона промышленно-коммунальных объектов IV класса вредности (СЗЗ: 100 м) (П-3)	82383	1
17	Зона сооружений и коммуникаций внешнего транспорта (Т-1)	6172	2
18	Зона инженерно-технических сооружений, сетей и коммуникаций (И-1)	70672	8

В настоящее время роль территориального зонирования достаточно высока, поскольку в правительстве рассматривается законопроект предусматривающий переход от деления земель на категории к территориальному

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

зонированию, а именно, модернизация действующего на данный момент порядка определения правового режима использования земель, путем проведения территориального зонирования, а также исключения института категории земель как способа определения разрешенного использования земельных участков. Вступление в силу соответствующего федерального закона запланировано на 1 января 2020 года, а в субъектах РФ с численностью населения менее 1 миллиона человек - с 1 января 2025 года [3]. В связи с этим, работы по установлению границ территориальных зон приобретают все большую актуальность.

В связи с чем, в статье представлены результаты проведенного комплекса землеустроительных работ по установлению (описанию местоположения) границ населенного пункта и территориальных зон п. Клюквинка, Верхнекетского района, Томской области на местности с целью внесения сведений о них в ЕГРН.

Работы по установлению границ населенного пункта и территориальных зон поселка Клюквинка выполнялась в соответствии с техническим заданием. В результате проведения землеустройства были составлены и согласованы карты (планы) объектов землеустройства и сформированы землеустроительные дела в отношении объектов землеустройства. Следует уточнить, что Федеральным законом от 31.12.2017 № 507-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации» населенные пункты, территориальные зоны и их части исключены из состава объектов землеустройства [4]. Теперь для передачи в ЕГРН сведений о границах населенных пунктов и территориальных зон не требуется подготовка землеустроительных дел, а также карт (планов) объектов землеустройства. В нашем случае контракт с Администрацией муниципального образования «Клюквинское сельское поселение» был заключен до 11 января 2017 года и, соответственно, подготовка сведений о границах производится по ранее действующим правилам.

В ходе работ были выявлены множественные пересечения границ территориальных зон между собой, пересечения границ территориальных зон с границами земельных участков, сведения о которых имеются в ЕГРН, а также незначительные отступы между границами территориальных зон.

Количество выявленных наложений границ земельных участков в каждой территориальной зоне представлено в таблице.

Избежать пересечений границ территориальных зон с границами земельных участков на практике достаточно сложно, поскольку в ЕГРН учтены не все земельные участки.

Главной проблемой является фактическое нахождение земельного участка в нескольких территориальных зонах одновременно. Согласно ст. 85 ЗК РФ и п. 4 ст. 30 ГрК РФ каждый земельный участок должен принадлежать только к одной территориальной зоне [2, 1]. В некоторых случаях очень мала вероятность установить факт того, что образованный земельный участок находится в двух и более территориальных зонах, так как не всегда происходит определение местоположения границ территориальных зон. Это приводит к тому, что собственник земельного участка ограничен в возможности его использования. На рис. 1 представлен один из случаев нахождения земельного участка в нескольких территориальных зонах.



**Рис. 1** Пересечение земельного участка с границами территориальных зон ОД-1, И-1, Р-3.

В результате анализа представленных результатов землеустроительных работ необходимо отметить, что подход к проектированию и установлению границ территориальных зон должен быть комплексным и связанным с положением границ земельных участков и административных образований. Исходя из того, что в скором времени территориальное зонирование полностью заменит деление земель по категориям, необходимо в срочном порядке законодательно закрепить правила определения градостроительных регламентов для земельных участков, которые

располагаются в нескольких территориальных зонах. Предлагаемые решения будут способствовать повышению эффективности землепользования, позволят свести к минимуму вероятность ошибок при подготовке проектов границ территориальных зон и повысить качество информации, содержащейся в ЕГРН.

Литература

1. Градостроительный кодекс РФ от 29.12.2004 № 190-ФЗ.
2. Земельный кодекс РФ от 25.10.2001 № 136-ФЗ.
3. Федеральный закон № 465407-6 "О внесении изменений в ЗК РФ и отдельные законодательные акты РФ в части перехода от деления земель на категории к территориальному зонированию".
4. Федеральный закон от 31.12.2017 № 507-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации».

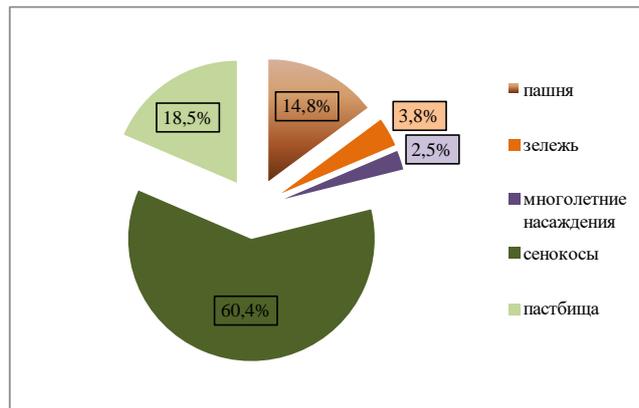
**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В ХАБАРОВСКОМ КРАЕ**

**А.А. Назарова**

*Тихоокеанский Государственный Университет, г. Хабаровск, Россия*

Хабаровский край является динамически развивающимся регионом Дальневосточного Федерального округа. Несмотря на сложные природно-климатические условия, в крае достаточно интенсивно развивается сельскохозяйственное производство. Основополагающим средством производства при этом является земля, а именно, земли сельскохозяйственного назначения. Данная категория земель в Хабаровском крае по состоянию на 1.01.2017 г. составляла 374,8 тыс. га. или 0,5% от площади всего края.

Для производства продукции сельского хозяйства важными являются сельскохозяйственные угодья - их в Хабаровском крае 238,8 тыс. га или 63,7% от всех земель сельхоз назначения. При этом площадь непосредственно пашни занимает около 15%, более 78% площади занято сенокосами и пастбищами (рис. 1).



**Рис. 1 Структура сельскохозяйственных угодий Хабаровского края по состоянию на 01.01.2017 г.**

Сельскохозяйственное производство в крае направлено на достижение самообеспеченности региона основными продуктами питания, такими как овощи, зерновые, мясо-молочная продукция, яйцо. На сегодняшний день обеспеченность овощами собственного производства в крае составляет 35%, мясом и мясопродуктами - 24%; молоком и молочной продукцией - 15%; яйцом - 85% и картофелем - 143%.

Повышение данных показателей является целевым ориентиром всех государственных программ Хабаровского края. Достижение самообеспеченности возможно при повышении эффективности производства, поддержке государственных органов на всех уровнях.

Начиная с 2012 года, после создания Министерства РФ по развитию Дальнего Востока Указом Президента Российской Федерации от 21 мая 2012 г № 636 регион получает поддержку, как в нормативном, так и в финансовом смысле. За это время разработано более 20 Федеральных нормативных акта по развитию ДФО, в 23 государственных программах созданы разделы, посвященные Дальневосточному региону [4].

Одними из приоритетных являются закон о ТОСЭР - Федеральный закон от 29.12.2014 № 473-ФЗ «О территориях опережающего социально-экономического развития в Российской Федерации»; Закон и Дальневосточном гектаре - Федеральный закон от 1 мая 2016 г. N119-ФЗ «Об особенностях предоставления гражданам земельных участков, находящихся в государственной или муниципальной собственности и расположенных на территориях субъектов Российской Федерации, входящих в состав Дальневосточного федерального округа, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

За время действия закона о ТОСЭР в Хабаровском крае создано 2 территории это ТОСЭР «Хабаровск» и ТОСЭР «Комсомольск». Эти проекты полностью проработаны и ждут лишь своего «хозяина», способного вложить необходимые силы и средства в их развитие. Уже отстроен и успешно функционирует тепличный комплекс по производству овощей японской компании JGC Evergreen. В 2018 году планируется введение в эксплуатацию третьей

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

очереди теплиц, в которых будут выращивать не традиционные огурцы, томаты, перцы и зелень, а клубнику. Несмотря на стоимость продукции выше средней на рынке Хабаровского края и наличие конкуренции в виде продавцов из КНР и Приморского края, продукция данного производителя пользуется высоким спросом благодаря экологически чистому производству, без использования химических добавок.

Хабаровский край является лидером по выдаче так называемого «Дальневосточного гектара». На начало 2018 года в крае оформлено более 7500 договоров на безвозмездное пользование земель. Федеральный закон от 1 мая 2016 г. N119-ФЗ «Об особенностях предоставления гражданам земельных участков, находящихся в государственной или муниципальной собственности и расположенных на территориях субъектов Российской Федерации, входящих в состав Дальневосточного федерального округа, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» направлен не только на привлечение граждан на Дальний Восток в целях постоянного проживания, но и на освоение нетронутых земель и развитие бизнеса на них. Для желающих получить гектар разработаны бизнес планы в различных сферах деятельности, в растениеводстве и животноводстве в том числе. При детальном изучении представленных на сайте «на дальний восток.рф» бизнес идей можно говорить об их поверхностной разработке, не учитывающей специфику не только края, но и конкретного района. В Хабаровском крае наиболее популярны участки вблизи крупных населенных пунктов г. Хабаровска и г. Комсомольска-на-Амуре, в связи с этим возглавляют рейтинги районы им Лазо, Бикинский, Вяземский и Комсомольский (рис. 2).



**Рис. 2 Карта муниципальных районов Хабаровского края**

Для помощи начинающим фермерам и уже действующим сельхозтоваропроизводителям в Хабаровском крае созданы и успешно функционируют АНО «Краевой сельскохозяйственный фонд и ООО "Краевой сельскохозяйственный координационный центр".

В крае активно продвигается программа объединения сельхозников в кооперативы: производственные и потребительские. Данное направление поддерживается как на нормативно-правовом уровне, так и на финансовом Краевыми и Федеральными программами. На сегодня в Хабаровском крае действует 17 кооперативов, 10 из которых было создано в 2017 году. В них вовлечено более 72 сельскохозяйственных товаропроизводителя.

Таким образом, земли сельскохозяйственного назначения в Хабаровском крае активно используются, ежегодно вовлекается все больше неиспользуемых ранее участков. Сельскохозяйственное производство в крае активно развивается благодаря поддержке из государственных бюджетов всех уровней.

### Литература

1. Булгакова А. В., Ярославская И. Е., Бриске В. В., Пономарев С. В. Проблемы Дальнего Востока и ТОСЭР как один из путей их решения // Молодой ученый. – 2016. – №8. – С. 501 – 504.
2. Ким Л.В., Вдовенко А.В., Назарова А.А. Современное состояние и перспективы производства продукции растениеводства в Хабаровском крае / Дальневосточный аграрный вестник. – 2017. – Вып.1(41). – Благовещенск, 2017. – С. – 104 –113.
3. Прогноз развития сельского хозяйства на Дальнем Востоке на 2015 -2020 гг. / Шелепа А. С., Ким Л. В., Огороднова А. А. и др. Хабаровск: РИЦ ХГАЭП, 2011. – 124 с.
4. Электронный ресурс Министерства РФ по развитию Дальнего Востока [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minvr.ru/press-center/news/10502/>

**ВЛИЯНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ДОБЫЧЕ БОКСИТОВ НА ТРАНСФОРМАЦИЮ ЗЕМЕЛЬНЫХ УГОДИЙ В СОЦИАЛИСТИЧЕСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ ВЬЕТНАМ**

**Т.С. Нгуен**

**Научный руководитель профессор В.Ф. Ковязин**

**Санкт - Петербургский горный университет, г. Санкт - Петербург, Россия**

Вьетнам - аграрная страна, но в последние годы в недрах Земли обнаружены огромные запасы бокситов. В центральной части Вьетнама быстрыми темпами стала развиваться горная промышленность. Боксит является весьма сложной по составу горной породой, большую часть, которого составляют гидраты глинозема. Бокситы используются для производства алюминия, их запас составляет около 5,4 миллиарда тонн [4]. В центральной части Вьетнама особенно богаты бокситами регионы Нханко и Танрай [2]. В связи с развитием добычи бокситов изменяются виды разрешенного использования земель и состав земельных угодий по причине их трансформации.

Нханко в провинции ДакНонг является зоной добычи бокситов. Для добычи и переработки бокситов в 2007 году началось строительство промышленного предприятия, а в начале 2016 года производственный комплекс уже стал работать на полную мощность [2]. Но нашим исследованиям землепользований в зоне Нханко по спутниковым изображениям 2009 и 2013 годах отмечены следующие изменения площадей и видов землепользований (таблица 1) [3].

**Таблица 1**

*Динамика площадей видов землепользования в зоне Нханко за 5 лет строительства горнодобывающего предприятия*

Объекты землепользования	Площадь, 2009 г.		Площадь, 2013 г.		Площадь трансформации за 5 лет	
	га	%	га	%	га	%
Земли для строительства предприятия по добыче бокситов	169,58	1,1	281,63	1,8	112,05	0,7
Земли для жилищного строительства	145,66	0,9	346,50	2,2	200,84	1,3
Земли, занятые многолетними насаждениями	11 426,66	71,1	11 069,19	68,9	-357,47	-2,2
Земли для выращивания сельскохозяйственных культур	581,80	3,6	553,97	3,4	-27,83	-0,2
Земли транспорта	94,43	0,6	94,43	0,6	0	0
Земли лесного фонда	2 543,01	15,8	2 561,88	15,9	18,87	0,1
Земли водного фонда	278,27	1,7	363,22	2,3	84,95	0,5
Земли с зарослями кустарника	749,10	4,7	705,86	4,4	-43,24	-0,3
Земли для других назначений	72,97	0,5	84,80	0,5	11,83	0,1
Итого	16 061,48	100,0	16 061,48	100,0	-	-

**Таблица 2**

*Динамика площадей видов землепользования в зоне Танрая за 3 года строительства горнодобывающего предприятия*

Объекты землепользования	Площадь, 2009 г		Площадь, 2011 г		Площадь трансформации за 3 года	
	га	%	га	%	га	%
Земли для строительства предприятия по добыче бокситов	420,73	1,40	720,01	2,40	299,28	1,0
Земли для жилищного строительства	569,3	1,8	727,72	2,4	158,42	0,6
Земли для выращивания сельскохозяйственных культур	241,12	0,8	394,86	1,3	153,74	0,5
Земли для рыбоводства	181,86	0,6	164,14	0,5	-17,72	-0,1
Земли, занятые многолетними насаждениями	17985,68	58,9	17462,75	57,2	-522,93	-1,7
Земли лесного фонда	10751,44	35,2	10085,43	33,00	-666,01	-2,2
Земли водного фонда	387,12	1,3	982,34	3,2	595,22	1,9
Итого	30 537,25	100,0	30 537,25	100,0	-	-

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

По результатам обработанных нами спутниковых данных в зоне Нханко, можно заключить, что площади земель строительства предприятия по добыче бокситов, жилищного строительства, лесного фонда, водного фонда и других назначений в 2013 году увеличились по сравнению с 2009 годом соответственно на 112,05 га (0,7%), 200,84 га (1,3%), 18,87 га (0,1%), 84,95 га (0,5%) и 11,83 га (0,1%). Площадь земель, занятых многолетними насаждениями по выращиванию сельскохозяйственной продукции и с зарослями кустарника, в 2009 году наоборот сократились по сравнению с 2011 годом соответственно на 357,47 га (2,2%), 27,82 га (0,2%) и 43,24 га (0,3%). Только площадь земель транспорта за 3 года практически не изменилась, поскольку новые дороги не строились.

Бокситовый рудник в зоне Танрай расположен в провинции ЛамДонг в западном нагорье центральной части республики Вьетнам [2]. Для добычи и переработки бокситов в 2009 году здесь также началось строительство промышленного предприятия Танрай, а в начале 2011 года производственный комплекс начал работать на всю мощность. При исследованиях землепользований в зоне Танрая по спутниковым изображениям 2009 и 2011 годах в также отмечены изменения земельных угодий (таблица 2) [1].

Приведенные выше результаты обработки космических данных в зоне Танрай свидетельствуют, что, площадь земель строительства предприятия по добыче бокситов, жилищного строительства, выращивания сельскохозяйственных культур и водного фонда в 2011 году увеличились по сравнению с 2009 годом соответственно на 299,28 га (1,0%), 158,42 га (0,6%), 153,74 га (0,5%) и 595,22 га (1,9%). Площадь земель для рыбоводства, занятых многолетними насаждениями и лесного фонда в 2009 году наоборот сократились по сравнению с 2011 годом соответственно на 17,72 га (0,1%), 522,93 га (1,7%) и 666,01 га (2,2%).

Таким образом, за период строительства горных предприятий по добыче и переработке бокситов в зонах Нханко и Танрай республики Вьетнам существенно изменилась структура землепользований. Значительная часть земель лесного фонда и земель с многолетними насаждениями для выращивания сельскохозяйственной продукции передана государством для строительства горнодобывающих предприятий и жилья работникам предприятия. Кроме того, для производства бокситов и обеспечения его водой построены дамбы, что привело к появлению новых водохранилищ и увеличение доли земель водного фонда в структуре землепользований. К сожалению, сократились площади земель сельскохозяйственного назначения, что привело к уменьшению объема продукции сельского хозяйства, особенно риса, его экспорт существенно снизился за годы строительства горнодобывающих предприятий

### Литература

1. Ковязин В.Ф., Нгуен Т.С., Романчиков А.Ю. Трансформация землепользования в зоне бокситового рудника Танрай республики Вьетнам. Известия ТулГУ. Науки о Земле. 2017. – Вып.4. – С.28 – 39.
2. Построение системы мониторинга охраны окружающей среды для проекта добычи бокситов в провинциях ДакНонг и ЛамДонг, основанный на применении дистанционного зондирования земли. Департамент окружающей среды Вьетнама. Ханой, 2012. – 107 с.
3. Nigam R. K. Application of Remote Sensing and Geographical Information System For Land Use / Land Cover Mapping And Change Detection in the Rural Urban Fringe Area of Enschede City, The Netherlands. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. Vol. XXXIII, Part B7. Amsterdam 2000. P. 993-998.
4. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries. BAUXITE AND ALUMINA. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/bauxite/mcs-2009-bauxi.pdf>. День обращения 10.12.2017.

## **РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В ТОМСКОМ РАЙОНЕ**

**Т.А. Никифорова**

Научный руководитель доцент В.А. Базавлук

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В статье приведены результаты оценки системы управления земель сельскохозяйственного назначения в России за 3 периода, в том числе: Аграрная политика Столыпина, советский период, постсоветское время перехода на рыночные отношения. Показан ход развития системы управления сельскохозяйственного производства и социального общества в России.

Под системой управлением землями сельскохозяйственного назначения понимают целенаправленную деятельность органов государственной власти, муниципальных органов, собственников, владельцев и пользователей земельных участков по организации рационального использования земли сельскохозяйственного назначения в целях обеспечения интересов, как всего общества, так и отдельного человека [5].

Развитие системы управления земель сельскохозяйственного назначения развивалась по временным периодам следующим образом.

*Аграрная реформа Столыпина*, начавшаяся в 1906 году, обусловлена историческими процессами, которые происходили в Российской Империи. Страна столкнулась с народными волнениями, в ходе которых стало очевидно, что народ не желает жить по-прежнему. Более того государство не могло управлять страной, опираясь на прежние принципы. Экономическое развитие империи находилось в упадке. Особенно это было актуально в аграрном комплексе, где наблюдался явный упадок. В результате, политические события, а также экономические неудачи побудили Петра Аркадьевича Столыпина начать проводить реформы [1, 6].

Одна из основных причин, которые побудили Российскую Империю начать массовое изменение в государственном устройстве была основана на недовольстве народа властью. В результате стало очевидно, что Россия борется не только с очевидными экономическими проблемами, но и с очевидным революционным подъемом.

Основной целью реформы являлось обеспечение устойчивого развития сельского хозяйства, крестьянства и выхода на международный уровень производства сельскохозяйственной продукции путем отмены выкупных платежей и обеспечения возможности всем крестьянам права свободно выхода из общины и закрепление за ними наделной земли в наследуемую частную собственность [6].

Главная задача земельной реформы заключалась в том, чтобы разрушить общины крестьян, создав мощные фермерские хозяйства. Правительство хотело увидеть сильных собственников земли, в которых бы выразились не только помещики, но и частные хозяйства.

Другими задачами реформы являлись:

1. Перевести страну в разряд ведущих экономически развитых держав;
2. Ускорить развитие сельского хозяйства;
3. Сохранить помещичье землевладение;
4. Решить проблему нехватки земли крестьянам;
5. Воспитать у крестьян чувство собственника;
6. Преодолеть общинную ментальность крестьян;
7. Снять социальную напряженность и создать в деревне прочную социальную опору верховной власти.

Аграрная реформа Столыпина имела огромное значение для Российской Империи. Впервые страна начала на практике реализовывать существенные преобразования в сельскохозяйственной отрасли в общегосударственном масштабе. Стали очевидными положительные сдвиги в сельскохозяйственной отрасли. Однако преобразования вызвали негативные реакции в слоях общества. Чтобы сохранить и приумножить элементы системы управления в сельскохозяйственной отрасли в историческом плане нужно было время позитивного развития общества.

Результаты реформ 1906-1917 гг. ярко проявились в следующих основных направлениях:

- Ускоренное развитие сельскохозяйственного производства;
- Увеличение объемов экспорта зерна;
- Активизация процесса социального расслоения и разрушения крестьянских общин.

За 10 лет преобразований в ходе аграрной реформы были достигнуты следующие результаты:

1. Расширены посевные площади (тыс. га) сельскохозяйственных угодий с 69798,2 в 1913 г. до 80606,89 в 2017 г. (115%). Однако в отдельных регионах, где крестьяне массово выходили из общины, посевные площади удалось увеличить до 150%;
2. Экспорт зерна был увеличен и составил 25% от всего мирового экспорта зерна. В урожайные годы этот показатель увеличивался до 35 - 40%;
3. Закупка сельскохозяйственного оборудования за годы проведения реформ увеличилась в 3,5 раза;
4. В 2,5 раза увеличился объем используемых удобрений;
5. Параллельно с ростом сельскохозяйственной отрасли в стране колоссальными шагами развивалась промышленность с приростом 8,8% в год;
6. Активизировался процесс просветительства в сельскохозяйственной отрасли [3].

Таким образом результаты управленческих действий в сельскохозяйственной отрасли в России того времени подтверждают положительную динамику и результаты решения поставленных задач П.А. Столыпиным были успешно выполнены. Российская Империя в этом плане вышла на первое место в мире.

На общем фоне развитие управленческой системы сельскохозяйственных земель того времени в Томской области характеризуется следующим образом:

1. Томская губерния того времени включала территории нынешней Тюменской, Омской, Новосибирской, Кемеровской области и части Алтайского края.
2. Посевные площади не превышали менее 1% (0,12 %) от общей площади территории с низким уровнем плодородия [3].

*Советский период 1917 - 1991 гг.* характеризуется совершенствованием системы управления земель сельскохозяйственного назначения. Этот период характеризуется реализацией 4-х основных управленческих мероприятий в развитии сельскохозяйственного производства связанных с удовлетворением потребности населения страны в продовольствии путем повышения культуры и технологии земледелия и землеустройства.

К ним относятся:

1. Поддержка мелких крестьянских хозяйств (1921-1927 гг.);
2. Коллективизация крестьянского сельского хозяйства (1928-1937 гг.);
3. Реорганизация землеустройства в предвоенные, военные, послевоенные годы (1938-1954 гг.);
4. Советское землеустройство (1955-1991 гг.).

Период с 1917-1921 г. характеризуется в России резким упадком сельскохозяйственного производства, связанный с неуроженностью крестьянского хозяйства в ходе гражданской войны и сокращение крестьянских хозяйств. В этот период было организовано новое земельно-хозяйственное устройство объединений с товарищеской формой землепользования на площади 4,4 млн. га, землеустройство совхозов и государственных земельных имуществ соответственно на 4,7 и 7,1 млн. га. Стало ясно, что пока не будет землеустроен землепользователь тот или иной коллектив землепользователей, невозможно организовать и осуществить переход к интенсификации производственной деятельности всего сельского хозяйства [1].

Советское землеустройство характеризуется попытками повышения сельскохозяйственного производства путем реализации пятилетних планов по:

- массовому переселению людей на неосвоенные территории. С 1926 по 1931 год планировалось переместить 6 млн. человек, из них 2 млн. - на Дальний Восток, 3,5 млн. - в Сибирь и 500 тыс. - в Поволжье.

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

— освоению целинных земель на юге России, в черноземной зоне, в Казахстане и Сибири (41,8 млн. га целины и залежей) [2];

— мелиорации земель (гидромелиорация, агролесомелиорация, культуртехническая мелиорация, химическая мелиорация почв) [1].

Программы полностью не были реализованы, что привело к обострению противоречий в обществе.

*Постсоветский период 1991-2017 гг.* характеризуется попытками повышения урожайности земель управленческими методами и реформированием системы землепользованием. До 2010 г. шел активный процесс по переводу земель из государственной собственности в частную и другим видам собственности, что привело к нарушению сложившегося землеустройства [4].

В результате общие площади сельскохозяйственных угодий по данным [3] сократились с 114,591 в 1992 г. до 80,61 2017г. по России (сокращение 30 %) а в Томской области, соответственно, с 0,60 до 0,38 (тыс. га) (сокращение 36 %).

В 2017 году в России общий объем собранного зерна составил 131,4 млн. тонн зерна при урожайности 29,7 центнеров с гектара, а в Томской области общий объем зерна составил 400 тысяч тонн зерна, при урожайности 21,7 центнера на гектар [2].

Несмотря на существенное сокращение посевных площадей по стране и в Томской области был получен небывалый урожай зерновых культур.

Таким образом, эффективность результата урожайности был, достигнут не путем расширения посевных площадей, а путем развития системы управления сельскохозяйственными земельными ресурсами, в том числе за счет изменения культуры производства, использование новых технологий и сельхозтехники, а также рациональное использование посевных площадей земель.

### Литература

1. Базавлук, В.А. Земельные отношения и Землеустройства: учебное пособие/ Базавлук В.А., Базавлук А.В., Серяков С.В. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 231 с.
2. Газета «Коммерсантъ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/1031458>. Дата обращения: 23.11.2017.
3. Единая межведомственная информационно - статистическая система [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fedstat.ru>. Дата обращения: 11.09.2017.
4. Кочергина З.Ф. Землеустройство современного периода // Роль и значение землеустроительной науки образования в Развитии Сибири: материалы междунард. научн. - практич. конф. – Омск: Изд-во ИП Макшеевой Е.А., 2012. – С. 14 – 18.
5. Образовательные документы для студентов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://statref.ru>. Дата обращения: 23.11.2017.
6. Сидоровнин Г. П., П.А. Столыпин Жизнь за Отчество. – М: ТЕРРА – Книжный клуб, 2002. – 640 с.

### **ПРИНЦИП ФОРМИРОВАНИЯ ГРАНИЦ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

**А.А. Новикова, Е.А. Бирченко**

Научный руководитель старший преподаватель В.Ю. Берчук

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

ООПТ - особо охраняемые природные территории, имеющие особое природоохранное, научное, культурное и оздоровительное значение. ООПТ изымаются полностью или частично из хозяйственного использования. Отношения в области организации охраны ООПТ в целях сохранения уникальных природных комплексов, объектов растительного и животного мира и контроля за изменением их состояния регулируются Федеральным Законом № 33 [6].

Назначение ООПТ разных уровней и категорий - это сохранение биологического и ландшафтного разнообразия, поддержание экологического баланса и важных процессов, сбережение уникальных природных объектов и защита территорий природопользования в сложившихся условиях.

В данный момент на территории России находится более 13000 ООПТ различных категорий. Принцип функционирования связей всех компонентов ООПТ и его ранг определяются по конкретным характеристикам рельефа, климата, почв, растительного, животного мира.

Существуют единые критерии, по которым выделяются действующие и перспективные ООПТ. К таким критериям относятся: эталонность для конкретного типа территории, уникальность экологических свойств, естественная сохранность, научная и хозяйственная значимость. В соответствии с вышеуказанными критериями определяется ранг особо охраняемой природной территории.

Согласно классификации ООПТ, соответствующей Федеральному закону №33, к первому (высшему) рангу относятся резерваты строгой охраны - государственные природные заповедники [6].

Национальные парки по степени природоохранного режима относят ко второму рангу. Их отличие от государственных природных заповедников состоит в том, что на их территориях разрешается их использование в рекреационных целях (для регулируемого туризма и отдыха). Таким образом, национальные парки имеют дифференцированный режим особой охраны и использования природных ресурсов.

Другим рангам ООПТ может быть присвоен статус не только федерального, но и регионального или местного значения. Поэтому их роль более ограничена, хотя и не менее полезна и ценна. Так, природные парки отнесены к третьему рангу, природные заказники - к четвертому, а памятники природы, дендрологические парки и ботанические сады - к пятому и шестому рангам соответственно.

Во время разработки системы ООПТ необходимо проработать большое количество вопросов, требующих научного подхода. Эти вопросы могут быть разделены на три основные группы:

- обоснование необходимости создания ООПТ в данной природно-климатической зоне;
- научное обоснование выбора данной территории для создания ООПТ;
- разработка режима природопользования на ООПТ.

Организуют ООПТ согласно генеральной схемы землеустройства территории РФ, схем землеустройства территорий субъектов Российской Федерации, схем землеустройства муниципальных и других административно-территориальных образований, а также при формировании целевых земельных фондов, районировании и зонировании земель.

Границы устанавливаются на основе утвержденных в установленном порядке схем и проектов землеустройства и объявляют их ООПТ. Само установление границ территорий особо охраняемых земель предусматривает отображение их на материалах кадастровых съемок, закрепление и обозначение границ на местности.

Принципы, положенные в основу формирования ООПТ:

1. Зонально-ландшафтный принцип. Заключается в необходимости отображения всех природно-климатических зон и включения в состав территории ООПТ ландшафтных участков, подверженных угрозе трансформации.
2. Принцип multifunctionality. Согласно данному принципу, значимость ООПТ и ее статус напрямую зависит от ее функциональной составляющей.
3. Принцип единства и взаимного дополнения: каждая из особо охраняемых природных территорий определенного региона является составляющей единой системы ООПТ;
4. Принцип поэтапного формирования. Данный принцип говорит о том, что создание ООПТ происходит поэтапно, начиная с определения основных составляющих, с учётом финансирования работ, изученности территорий, наличия проектной документации;
5. Принцип постоянного совершенствования [5].

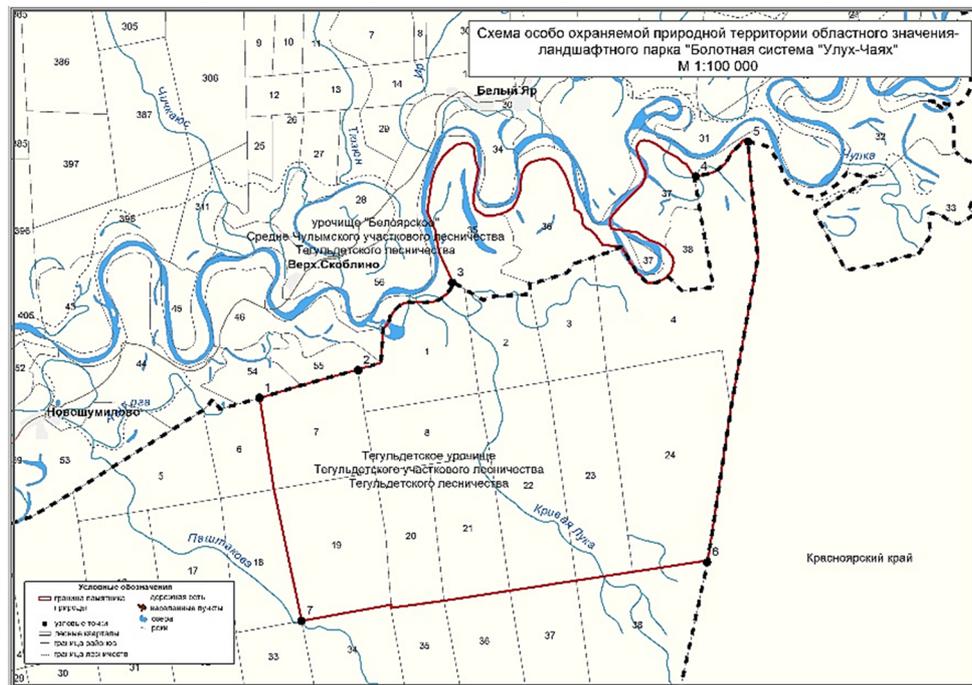


Рис. 1 Схема особо охраняемой природной территории областного значения - ландшафтного парка «Болотная система «Улук-Чаях»

В настоящее время на территории Томской области насчитывается 246 ООПТ, одна из них носит статус ООПТ федерального значения, в то время как все остальные относятся к региональному и местному уровням. Большая часть особо охраняемых природных территорий расположена в южных районах, а также в долинах реки Обь, Чулым, Кеть и др. Несмотря на большое разнообразие ландшафтов, уникальность флоры и фауны, общая площадь ООПТ по отношению к площади данного субъекта составляет всего лишь 3,9% [1].

В Томской области на данный момент ведется активное планирование перспективного развития систем региональных ООПТ. В 2017 году было запланировано создание Государственного природного заповедника "Васюганский" на границе Томской и Новосибирской областей с целью научного изучения биосферных процессов

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

на территории болота и сохранения биологического разнообразия. Также запроектированы две особо охраняемые природные территории областного значения - ландшафтный парк «болотно-лесной массив Челбак», расположенный в Зырянском районе, и ландшафтный парк «болотная система «Улук-Чаях»» (рис. 1), расположенный в Тегульдетском районе. Описание границ данных ООПТ приводится в привязке к физико-географическим объектам. Их очертания соответствуют естественным контурам лесных массивов, береговых линий.

Ландшафтные парки «Челбак» и «Улук-Чаях» создаются с целью сохранения эталонных болотно-лесных массивов, сочетающих растительные сообщества равнинных зональных хвойных лесов подзоны средней тайги Западно - Сибирской равнины, лиственных лесов и верховых болот, а также для создания условий существования и воспроизводства редких видов птиц.

Особо охраняемые природные территории формируются в целях предотвращения негативного антропогенного воздействия на природные ресурсы, имеющие особое значение. Во избежание угрозы их истощения обязательна разработка научных основ рационального использования природной среды, ориентированных на обеспечение целесообразного применения, охраны и возобновления природных богатств.

Для того чтобы сохранить биологическое разнообразие, следует организовать единую экологическую сеть регионального и межрегионального значения, включающую в себя ООПТ различных уровней и категорий. Взаимодействие между территориями способно привести к восстановлению нарушенных экосистем, обеспечить воспроизводство видов, ценных в промысловом, просветительском, эстетическом и культурном плане.

### Литература

1. Баздырев А.В., Нимирская С.А., Антошкина О.А., Сурнаев В.Н. Особо охраняемые природные территории Томской области. Пособие для школьников. – Томск: ЭЦ Стриж, 2012. – 62 с.
2. Жбанова П. И., Назырова Р. И. Пособие по проектированию особо охраняемых природных территорий федерального значения (ФООПТ) Учебно-методическое пособие. Москва, 2014 г. – 92 с.
3. Наibuллин Р.Р. Принципы организации природных парков на основе оценки рекреационного потенциала лесов: Автореферат. Дис. к.с.-х.н. – Уфа, 2012 г. – 150 с.
4. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 22 декабря 2011 года N 2322-р «Об утверждении Концепции развития системы особо охраняемых природных территорий федерального значения на период до 2020 года и плана мероприятий по реализации Концепции развития системы особо охраняемых природных территорий федерального значения на период до 2020 года».
5. Соболевский В.Г. Принципы организации особо охраняемых природных территорий в Красноярском крае: Автореферат. Дис. к.с.-х.н. – Красноярск, 2002 г. – 168 с.
6. Федеральный закон от 14.03.1995 N 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях».

### **РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА ПРИ ЭСКИЗНОМ (КОНЦЕПТУАЛЬНОМ) ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ**

**В.А. Ноздрачев**

Научный руководитель профессор Т.В. Илюшина

**Московский государственный университет геодезии и картографии, г. Москва, Россия**

В современных условиях значительное количество работ по проектированию и строительству дорожно-транспортной инфраструктуры становится автоматизированным. Одним из видов проектирования является эскизное, или концептуальное проектирование, выполняемое на предпроектном этапе строительства и служащее обоснованию инвестиций и определению общего направления будущей трассы.

Строительство линейных объектов должно производиться на законных основаниях, требовать минимума транспортно-эксплуатационных расходов и капитальных затрат, обеспечивать максимальный экономический эффект развития территории. Законность проложения трассы в первую очередь связана с вопросом правомерности перевода земель различных категорий в земли транспорта и, в особенности, отчуждения земель частных собственников. Данный аспект следует разрешить на стадии эскизного проектирования, так как он может оказать решающее влияние на будущее инвестиционного проекта. Зачастую, разрешить его на поздних стадиях проектирования уже не представляется возможным, так как количество вариантов трасс уже ограничено на ранней стадии, а, по требованиям российского законодательства, перевод земель ряда категорий возможен лишь если нет иных вариантов проложения трассы.

В силу этого, актуальной проблемой является создание автоматизированного комплекса, способного решать задачи по поиску всех возможных маршрутов, законных с точки зрения земельного и экологического законодательства. Для этого следует разработать земельно-информационную систему как часть геоинформационной системы пространственного анализа, позволяющую выявить совокупность возможных транспортных коридоров, в которых существующими общепризнанными научными методами [4, 5, 6, 3] возможно произвести трассирование в целях эскизного проектирования дороги. Для этого нужно определить те зоны по планово-картографическому материалу масштаба 1:10000-1:25000, где проложение дороги возможно.

Для формирования объекта дорожно-транспортной инфраструктуры необходимо создать землеотвод, имеющий сложную структуру и состоящий из нескольких земельных участков. В общем виде такой землеотвод можно разделить на полосу отвода и земельный участок искусственного сооружения.

В статье автора [1] были изложены принципы разработки проектов землеустройства на предпроектном этапе строительства линейного объекта с зонированием территории и расчетом «полуполос отвода», а также предложено решение двух «специальных задач». Целью настоящей статьи является нахождение способа имитации

землеотвода искусственного сооружения в пространственном анализе при пересечении существующего на местности объекта проектируемым линейным объектом транспорта.

При создании «исключаемой зоны» неизвестно заранее, где пройдет трасса на анализируемом участке местности. Таким образом, достоверно неизвестно, где произойдет пересечение тех объектов, при «контакте» с которыми необходимо построить искусственное сооружение, для чего, в свою очередь необходим землеотвод достаточно большой величины (до 50 га, согласно нормативу Постановления Правительства № 717 «О нормах отвода земель для размещения автомобильных дорог и (или) объектов дорожного сервиса» [2]).

Для решения этой задачи возможно рекомендовать следующий способ (исходные данные для проектирования показаны на Рис. 1):

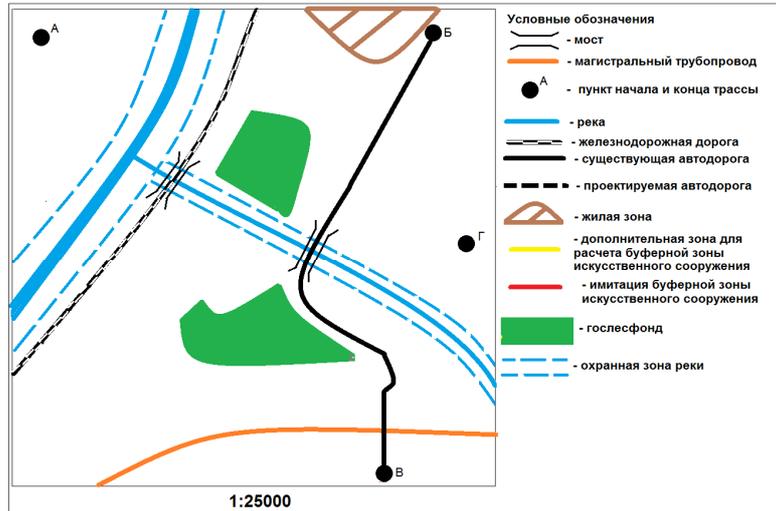


Рис. 1 Фрагмент карты-схемы с исходными данными для определения земельных участков искусственных сооружений

Создадим автоматизированно, параллельно пересекаемой автомагистрали (железной дороге, реке) буферные зоны, численно равные радиусу окружности земельного участка, который следует отвести при строительстве при пересечении такой автомагистрали (железной дороги, реки) проектируемым линейным сооружением (см. Рис. 2).

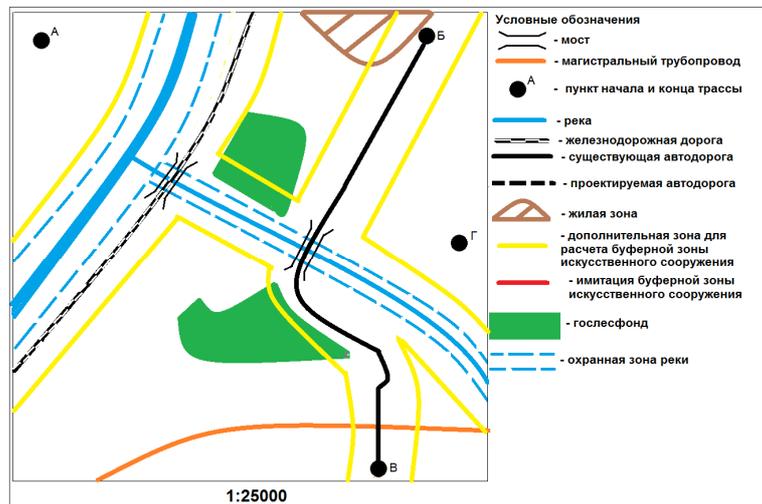


Рис. 2 Фрагмент карты-схемы. Дополнительные построения

Проследим, какие пересечения образованных буферных зон и исключаемых зон. В случае наличия таких пересечений - отметим участки автомагистрали (железной дороги, реки), на которых произошло это пересечение и исключим их, как показано на карте-схеме Рис. 3.

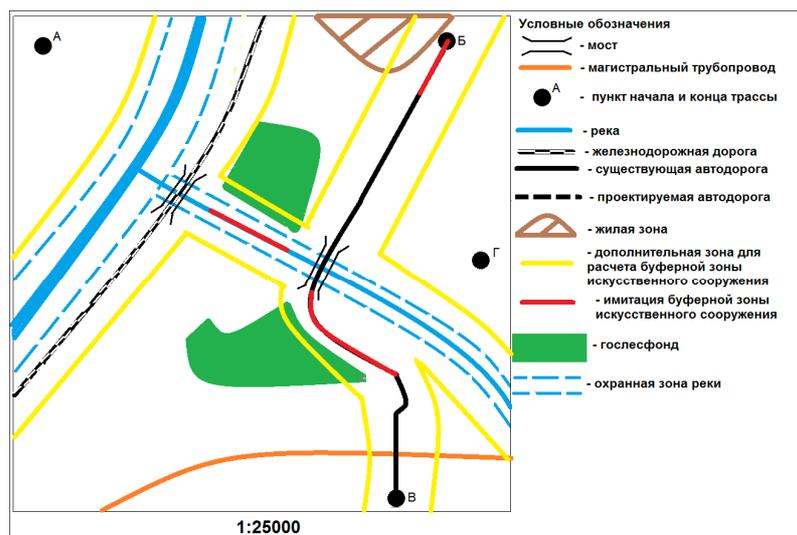


Рис. 3 Итоговые полученные буферные зоны

Итогом будет нахождение участков существующих линейных сооружений и естественных препятствий, которые включаются в число «исключаемых зон» и убираются из последующего пространственного анализа.

Таким образом, найден способ имитации землеотвода в пространственном анализе для автоматизированного проектирования дорожно-транспортной инфраструктуры. Решение таких специальных задач необходимо для создания земельно-информационной системы как части геоинформационной системы, работающей на общепризнанных научных методах трассирования дорожно-транспортной инфраструктуры и позволяющей реализовать процесс эскизного проектирования дорог на законных основаниях.

#### Литература

1. Ноздрачев В.А. Вопросы технологического обеспечения инженерных изысканий автомобильных и железных дорог на предпроектном этапе строительства// Известия ВУЗов. "Геодезия и аэрофотосъемка"// Москва.2017 – №3. – с. 48 – 54.
2. Постановление Правительства РФ от 02.09. 2009 г. № 717 "О нормах отвода земель для размещения автомобильных дорог и (или) объектов дорожного сервиса".
3. Струченков В.И. Методы оптимизации трасс в САПР линейных сооружений. М. СОЛОН-Пресс, 2015. – 271 с.
4. Турбин И.В. Проблемы оптимизации направления и трассы новых железных дорог. Дисс. д-ра техн. наук. -Москва, 1974. – 358 с.
5. Jha M K., Schonfeld P., Jong J. C., Kim E. Intelligent Road Design;- Southampton; 2006. – 428 с.
6. Struchenkov V.I. Piecewise Parabolic Approximation of Plane Curves with Restrictions in Computer-Aided Design of Road Routes, Transactions on Machine Learning and Artificial Intelligence, Volume 1 , No 1 (2013)

### ОРГАНИЗАЦИЯ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНО-ПРИГОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ НЕФТЕЮГАНСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА

Д.Д. Пайвина

Научный руководитель доцент М.А. Подковырова  
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия

В современном планировании развития территорий муниципальных районов особую значимость приобретает их устойчивость: социальная, экологическая и экономическая. В связи с этим, в научной практике исследуются вопросы оценки и организации использования рекреационных земель, земель историко-культурного назначения с целью их дальнейшего вовлечения в туристско - рекреационные землепользования, что и подтверждает актуальность данного исследования.

Целью исследования принята разработка организации туристско-рекреационного землепользования на основе комплексного анализа ресурсного потенциала территории Нефтеюганского муниципального района.

Объектом исследования выступает ресурсный потенциал территории муниципального района.

В качестве предмета исследования нами приняты:

- методика оценки туристско-рекреационного потенциала района и методика организации использования потенциально-пригодных земель под туристско-рекреационные землепользования.

Научная новизна исследования заключается в совершенствовании методики анализа туристско-рекреационного потенциала муниципального района и оценки моделирования туристско-рекреационных маршрутов и организация потенциально-пригодных земель для данных маршрутов.

Практическая значимость выражена организацией потенциально-пригодных земель под туристско-

рекреационное использование, обеспечивающее экономическое, социальное и экологическое наиболее устойчивое развитие района.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

- выполнен анализ теоретических основ природопользования, землеустройства и территориального планирования в организации рационального использования земельных ресурсов муниципального района;
- проведён анализ назначения туристско-рекреационного землепользования и туристско-рекреационных маршрутов в развитии муниципального района;
- проведена оценка территории района по степени её устойчивости относительно антропогенных нагрузок;
- представлена разработка методических подходов к анализу туристско-рекреационного потенциала Нефтеюганского района по ООТ, лесных и водных ресурсов;
- сформирована туристско-рекреационные маршруты на исследуемой территории;
- сформировано землепользование под туристско-рекреационные маршруты на территории района.

По результатам устойчивости и состоянию туристско-рекреационного потенциала нами сформировано три туристско-рекреационных маршрута (таблица).

Таблица

Анализ территории муниципального района по степени устойчивости относительно антропогенных нагрузок

Степень устойчивости		Территориальная модель
критически слабая (8%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Критическая</li> <li>■ Очень слабая</li> <li>■ Слабая</li> <li>■ Средняя</li> <li>■ Высокая</li> </ul>	
очень слабая (12%)		
слабая (22%)		
средняя (33%)		
высокая (25%)		
Действующая система особо охраняемых территорий: 1. Комплексы памятников истории и культуры; памятники природы (6%). 2. Заказник «Нефтеюганский», Государственный природный национальный парк «Салымский», особо охраняемая территория природного и историко-культурного наследия «Пунси» (28%). Охранные и зелёно-защитные зоны (3%). Степени антропогенной нарушенности ландшафтов исследуемой территории (20%).		

Развитию туристско-рекреационного землепользования Нефтеюганского муниципального района способствуют следующие факторы:

*Сохранение уникальных территорий и объектов:* заказник «Нефтеюганский»; ООТ и историко-культурного наследия «Пунси»; национальный парк «Салымский»; памятник истории и культуры «Соровские озера».

*Познание мира:* процессы традиционного природопользования - социальные; экономические; экологические.

*Экология и экологизация сознания (мышления):* уникальные ландшафты и экосистемы; охрана природы.

*Развитие науки:* физическая география; землеустройство (устойчивое землепользование); ландшафтоведение; геология; этнология; градостроительство (пространственная форма организации жизни общества; планирование развития территорий; история:

- ООТ и историко-культурного наследия «Пунси»;
- национальный парк «Салымский»;
- памятник истории и культуры «Соровские озера».

*Культура и религия:* шаманизм; православие.

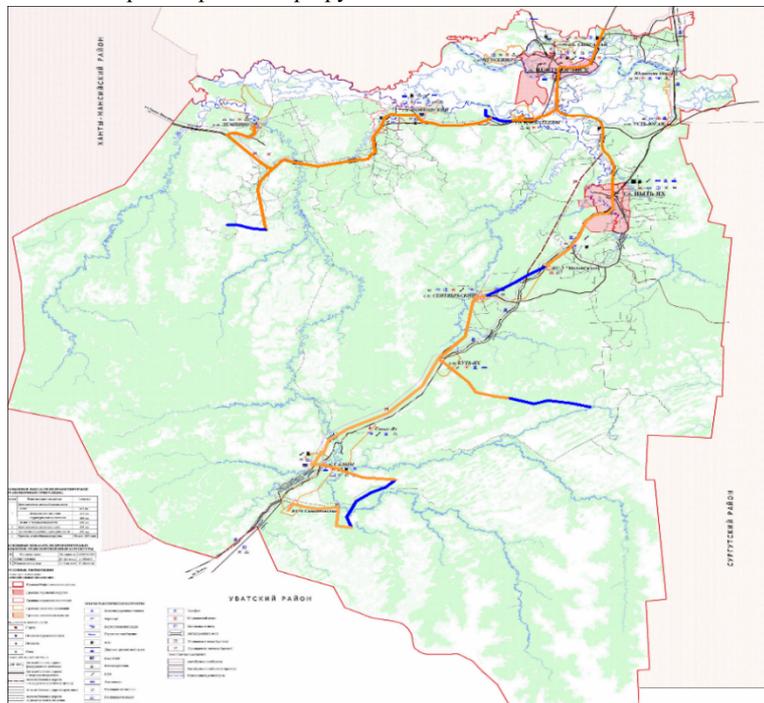
*Традиционные промыслы:* речное рыболовство; таёжная охота; оленеводство; сбор дикоросов.

Исходя из основополагающих принципов по образованию несельскохозяйственного землепользования, при формировании туристско-рекреационного землепользования нами учтены следующие требования:

1. Предоставляемые участки (землепользования) размещены с учётом интересов всех отраслей, землевладельцев (землепользователей), расположенных на данной территории, при соблюдении приоритета сельскохозяйственного землепользования и охраны природных ресурсов.
2. Сформированные под туристско-рекреационное использование земельные участки размещены с учетом благоприятных условий для туристско-рекреационной деятельности.
3. Площадь и конфигурация туристско-рекреационного землепользования определены с учётом:
  - включения в данное землепользование земельных участков, территорий и объектов, определяющих функциональное назначение данного землепользования: особо охраняемые территории; лесные, водные и

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

- болотные экосистемы; памятники истории, культуры и архитектуры; земли населённых пунктов, базы туризма и отдыха и т.д.;
- соблюдения внешних и внутренних экологических природных и антропогенных рисков;
  - путей миграции животных;
  - наличия пригодных для питьевых нужд водных источников;
  - использования пеших и транспортных маршрутов.



*Рис. 1* Схема туристско-рекреационных маршрутов на территории Нефтеюганского муниципального района

### Литература

1. Карасёв, А.С. Территориальная структура туристско-рекреационного потенциала Финно-Угорских регионов России: диссертация на соискание учёной степени кандидата географических наук: 25.00.24; Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва. – Саранск, 2015. – 180 с.
2. Комарова, М.Е. Условия и факторы формирования и развития туристских регионов России/ М. Е. Комарова// Туризм и устойчивое развитие регионов: сб. материалов Второй Всероссийской науч.-практ. конф. –Тверь. – 2005. – С. 31 – 34.
3. Пайвина, Д.Д. Методика формирования территории сельскохозяйственного землепользования устойчивого развития/ Д.Д. Пайвина// материалы весенней сессии САН ТИУ/ Под общ. ред. Т.В. Семеновой. – Тюмень: ТГНГУ, 2016. – С. 274– 277.
4. Пайвина, Д.Д. Моделирование территории сельскохозяйственного землепользования устойчивого эколого-хозяйственного развития/ Д.Д. Пайвина// материалы сб. Всероссийской с международным участием научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Новые технологии - нефтегазовому региону». – Тюмень: ТюмГНГУ, 2016. – С. 82 – 85.

### ПРОБЛЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ НА ТЕРРИТОРИИ САДОВЫХ НЕКОММЕРЧЕСКИХ ТОВАРИЩЕСТВ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПРОЕКТА МЕЖЕВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ НА ПРИМЕРЕ СНТ «ЛАНДЫШ»

Т.В. Панарина

Научный руководитель старший преподаватель М.В. Козина  
Национальный исследовательский Томский Политехнический университет, г. Томск, Россия

Межевание земельного участка - это определение, восстановление и закрепление границ участка, его площади и других данных, а также последующее юридическое оформление полученных показателей. Межевание границ осуществляет геодезическая компания, имеющая лицензию на проведение инженерно-геодезических работ.

Проекты межевания разрабатываются согласно градостроительной документации для определения местоположения границ, образуемых и изменяемых земельных участков и для установления, изменения и отмены

красных линий для застроенных территорий, на которых не планируется комплексное устойчивое развитие, а также не предусмотрено размещение новых линейных объектов [1].

В большинстве случаев проекты планировки и межевания территории разрабатываются единым документом. Исключением являются садовые некоммерческие товарищества (далее - СНТ). Так как согласно Градостроительному кодексу проект межевания может разрабатываться без проекта планировки на территориях которых не предусмотрены для дальнейшего комплексного и устойчивого развития.

При разработке проектной документации межевания геодезические компании сталкиваются с некоторыми определёнными проблемами определения границ земельных участков на территориях СНТ.

В данной работе был проведён анализ таких проблем на примере Томского района, Томской области. На территории данного района насчитывается 435 садовых обществ общей площадью больше 7 000 га.

Рассмотрим проблемы на примере одного из них. Наиболее показательной выступает ситуация на территории СНТ «Ландыш», расположенном на территории Российской Федерации в окрестностях ближайшего населённого пункта Лоскутово Богашевского сельского поселения Томского района Томской области. [7]

Территория СНТ «Ландыш» расположена на землях сельскохозяйственного назначения. Согласно карте градостроительного зонирования территории Богашевского сельского поселения данная территория расположена в зоне размещения садовых и дачных земельных участков (СХ-3). Зона выделена для обеспечения правовых условий использования земельных участков, предоставленных для ведения хозяйственной и иной деятельности садоводческим объединениям за границами населённых пунктов Богашевского сельского поселения. Общая площадь СНТ «Ландыш» составляет 87 106 кв. м. Согласно списка членов СНТ «Ландыш» и генерального плана садоводческого товарищества количество земельных участков, отводимых физическим лицам для садоводства составляет 119. И проектом межевания территории устанавливаются красные линии, отделяющие территории общего пользования от внутриквартальных территорий, переданных физическим лицам на праве собственности для ведения садоводства [2].

Согласно технического задания на разработку проекта планировки и межевания на территорию СНТ Ландыш, необходимо было выполнить следующие действия: произвести сбор необходимой документации, образовать земельный участок под земли общего пользования, запроектировать красные линии и непосредственно - сформировать проект межевания.

В процессе сбора исходного материала и разработки чертежей межевания были выявлены следующие проблемы:

1. Большинство земельных участков стоит на кадастровом учете неверно - с реестровой ошибкой (их границы на местности определены неверно), что мешает постановке земель общего пользования на кадастровый учет. К таким земельным участкам относятся как территории, принадлежащие физическим лицам, так и проходящая вблизи СНТ железная дорога.
2. Ширина дорог и проездов не соответствует современным нормам пожарной безопасности.

Ситуаций с реестровыми ошибками местоположения границ земельных участков, принадлежащих физическим лицам очень много. Например, на данное СНТ с общим кол-вом участков 119 приходится 19 таких участков (16%).

Почему возникла такая ситуация? Со времени постановки на кадастровый учет изменилась система координат. Она стала общей, а раньше была условной. Но Росреестр отказывается признавать это реестровой ошибкой и считает виновными кадастровых инженеров, занимавшихся межеванием в то время [3].

Но определить границы земель общего пользования сейчас всё-таки нужно. Для этого необходимо определить правильные границы садовых участков, поставленные на кадастровый учет с ошибкой. Это определение происходит в соответствии с генеральным планом товарищества и ортофотопланами территории. А чтобы определить границы участков, отмежеванных неверно, нужно определить местоположение абсолютно всех участков, включая участки с неопределёнными границами.

По данным генерального плана СНТ у нас есть ранее присвоенные номера участков (адрес). Кроме того, у нас есть сведения о кадастровых номерах земельных участков, неправильно стоящих на кадастровом учете (общедоступные данные на публичной кадастровой карте).

Для сопоставления этих данных необходимо заказать кадастровый план территории в границах кварталов, в которых располагаются данные участки. И уже в этом плане указывается, какому кадастровому номеру какой адрес соответствует. В этом плане можно посмотреть информацию обо всех участках, в отличие от кадастровой карты, с помощью которых можно определить адрес только участков с определёнными границами на местности.

Зачастую площадь ЗУ по факту гораздо больше площади по документам. Согласно федерального закона №66 «О садоводческих, огороднических и дачных некоммерческих объединениях граждан» от 15.04.1998г, к не отмежеванному участку возможно прибавить площадь, соответствующую минимальному участку в «Правилах землепользования и застройки» поселения - Богашевского сельского поселения (поселения, в котором находится СНТ). Данная площадь в нашем случае составляет 500 м. кв. [4].

А участкам, которые уже прошли процедуру межевания, в соответствии с 221-ФЗ «О государственном кадастре недвижимости», мы можем прибавить не более 5% от площади по документам. Таким образом площадь некоторых участков приходится уменьшать в проекте до максимально возможной согласно правилам застройки и землепользования сельского поселения. Согласование новых границ земельных участков, предназначенных для садоводства, происходит устно: вызываются непосредственно собственники земельных участков. [5]

Что касается реестровой ошибки местоположения границ земельного участка, принадлежащего железной дороге: часть полосы отвода железной дороги сильно пересекает территорию СНТ. А земли, находящиеся внутри этой полосы по закону тоже принадлежат железной дороге. Так как на данной территории располагаются, и земли

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

СНТ, и участки земли для садоводства, принадлежащие физическим лицам, то необходимо образовывать части земельного участка железной дороги из тех участков, на которые заходит полоса отвода.

Последняя проблема - несоответствие улично-дорожной сети современным нормам и правилам.

В соответствии со СНиП 2.05.11-83 «Внутрихозяйственные автомобильные дороги в колхозах, совхозах и других сельскохозяйственных предприятиях, и организациях» ширина полосы движения в садовых товариществах должна быть не менее 3,5 м. при условии, что ширина колеи транспортных средств, самоходных и прицепных машин 2,7 м и менее. При первичном проектировании данного садового товарищества не предполагалась возможность проезда транспорта для технического обслуживания. Но согласно современным пожарным требованиям и нормам, необходимо эту возможность учесть. И так как ширина колеи таких транспортных средств составляет от 3,1 до 3,6 м, то ширину полосы движения необходимо увеличить до 4,5 м. Только так, в случае чего, пожарные машины могут свободно проезжать и маневрировать на территории. В связи с этим также необходимо уточнение границ участков [8].

Проблемы, которые выявились на территории данного садового товарищества при постановке земель общего пользования на кадастровый учет, встречаются по всей территории Томского района. В итоге, вопрос несоответствия улично-дорожной сети современным нормам и правилам решается в процессе формирования проекта межевания кадастровым инженером в отличие от вопроса существования реестровой ошибки.

К сожалению, процедура исправления реестровых ошибок, хоть и регламентируется федеральным законом «О государственной регистрации недвижимости», но по факту законодательством предусмотрен порядок решения не всех ситуаций.

Собственно, поэтому вопрос исправления реестровой ошибки будет решаться уже после утверждения проекта межевания администрацией.

### Литература

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 года №190-ФЗ // Собрание законодательства РФ – 2005. – № 1 (часть I).
2. О внесении изменений в решение Совета Богашевского сельского поселения от 26.12.2013 № 65 «Об утверждении Правил землепользования и застройки муниципального образования «Богашевское сельское поселение [электронный ресурс]: Решение от 14 декабря 2017 N 12-ФЗ.
3. О единых государственных системах координат: постановление Правительства Российской Федерации от 28 декабря 2012 г. N 1463 г. Москва.
4. О садоводческих, огороднических и дачных некоммерческих объединениях граждан [электронный ресурс]: Федеральный закон от 15.04.1998г. N 66-ФЗ.
5. О государственном кадастре недвижимости: Федеральный закон от 24.07.2007 № 221-ФЗ.
6. О государственной регистрации недвижимости: федеральный закон от 13.07.2015 N 218-ФЗ.
7. Перечень садоводческих товариществ на предоставление государственной поддержки в 2017 году, утверждённый начальником Департамента по социально-экономическому развитию села Томской области, Черданцевой И.В.
8. СНиП 2.05.11-83. Внутрихозяйственные автомобильные дороги в колхозах, совхозах и других сельскохозяйственных предприятиях, и организациях. – М.: Государственный комитет СССР по делам строительства, 1984. – таб. 10.

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ МОНИТОРИНГА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

**Н. Г. Паплёвка**

Научный руководитель доцент Е.В. Горбачева

***Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки, Республика Беларусь***

В Республике Беларусь земельные отношения строятся на ряде принципов, одним из которых является приоритет использования сельскохозяйственных земель сельскохозяйственного назначения, а также их эффективного использования. Несмотря на тот факт, что для территории страны характеризуется высокой степенью ее хозяйственной освоенности, важнейшим направлением государственной земельной политики на протяжении долгих лет является сохранение и расширение площади сельскохозяйственных земель, которые являются главным средством производства в сельском хозяйстве. При планировании и прогнозировании развития производства, использования земельных ресурсов, воспроизводства плодородия почв, предотвращения развития процессов их деградации и решения многих других задач необходимо иметь сведения о количественном и качественном состоянии земель. Действенным инструментом, позволяющим обеспечить сохранение и воспроизводство плодородия почв, повышение продуктивности сельскохозяйственных земель в целом, является мониторинг земель.

Кодексом Республики Беларусь о земле определено, что сельскохозяйственные земли - это земли, систематически используемые для получения сельскохозяйственной продукции и включающие в себя пахотные земли, залежные земли, земли под постоянными культурами и луговые земли [1].

Мониторинг земель представляет собой систему постоянных наблюдений за состоянием земель и их изменением под влиянием природных и антропогенных факторов, а также за изменением состава, структуры, состояния земельных ресурсов, распределением земель по категориям, землепользователям и видам земель в целях сбора, передачи и обработки полученной информации для своевременного выявления, оценки и прогнозирования изменений, предупреждения и устранения последствий негативных процессов, определения степени эффективности

мероприятий, направленных на сохранение и воспроизводство плодородия почв, защиту земель от негативных последствий [3].

Порядок проведения мониторинга земель и использования его данных устанавливает Совет Министров Республики Беларусь, а обеспечивает его проведение - Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь (Госкомимущество) [1].

В соответствии с действующим законодательством для земель сельскохозяйственного назначения, в том числе сельскохозяйственных, наблюдения за состоянием и изменением компонентного состава почвенного покрова и его состоянием, строением, составом и свойствами почв, агрохимическими показателями почв и их загрязнением, а также состоянием мелиорированных земель осуществляют Государственный комитет по имуществу, Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды, Министерство образования, Министерство сельского хозяйства и продовольствия, Национальная академия наук Беларуси (НАН РБ) и подчиненными им организациями [3]. Данными организациями проводится сбор данных на всей территории Республики Беларусь путем периодических аэрофотогеодезических, геодезических, почвенных, агрохимических, ландшафтно-геохимических и иных обследований и изысканий.

Проследить за количественными изменениями земельных ресурсов страны, в том числе и сельскохозяйственных земель, позволяют данные государственного земельного кадастра. Согласно данным реестра земельных ресурсов по состоянию на 1 января 2017 г. общая площадь земель Республики Беларусь составляет 20760,0 тыс. га, из которых 8540,2 тыс. га занимают сельскохозяйственные земли, в том числе пахотные - 5683,8 тыс. га, залежные - 7,5, под постоянными культурами - 111,3 и луговые земли - 2737,6 тыс. га [4]. В структуре сельскохозяйственных земель преобладают пахотные земли, удельный вес которых составляет 66,6%.

По результатам кадастровой оценки сельскохозяйственных земель Республики Беларусь на 1 января 2015 года балл их плодородия в целом по стране составил 29 (от 30,2 в Гродненской до 25,8 в Витебской области), а пахотных земель - 32 (от 35,8 в Гродненской до 27,9 в Витебской области).

Приведенные данные позволяют заключить, что Беларусь характеризуется достаточно высокой сельскохозяйственной освоенностью территории - 41,4%. В пределах областей данный показатель колеблется от 32,8 % в Гомельской области до 49,0 % в Гродненской области. Распаханность территории составляет 27,4%. Как и в случае с сельскохозяйственной освоенностью, наименьшая распаханность территории наблюдается в Гомельской области (22,6%), а наибольшая - в Гродненской области (33,6%). При этом следует отметить, что в структуре сельскохозяйственных земель наибольшая доля приходится на Минскую область (21,6%), а наименьшая - на Гродненскую (14,4%).

Площадь сельскохозяйственных земель, на которых проведены мелиоративные работы, составляет 2904,7 тыс. га или 34,0% от их общей площади, из них осушенные земли занимают 2874,4 тыс. га, а орошаемые - 30,3 тыс. га. Общая площадь мелиорированных пахотных земель составляет 1428,7 тыс. га (осушенных - 1404,2 тыс. га, орошаемых - 24,5 тыс. га), а луговых земель - 1470,7 тыс. га (осушенных - 1465,2 тыс. га, орошаемых - 5,5 тыс. га). Наибольший удельный вес осушенных сельскохозяйственных земель наблюдается в Брестской области, где осушено 698,8 тыс. га или 50,3% от их общей площади, а наименьший - в Могилевской области (266,7 тыс. га или 20,8%). Что касается орошаемых земель, то можно отметить тот факт, что практически половина из них (15,5 тыс. га или 51,1%) приходится на Могилевскую область.

Вполне естественно, что значительная часть сельскохозяйственных земель (87,4% или 7461,2 тыс. га) предоставлена сельскохозяйственным организациям для осуществления их деятельности, а также крестьянским (фермерским) хозяйствам (9,3% или 796,2 тыс. га) и гражданам (2,0% или 171,3 тыс. га).

Исследование изменения площадей сельскохозяйственных земель на основании данных государственного земельного кадастра показало, что данный процесс имеет отрицательную динамику (таблица).

Таблица

Динамика изменения площадей сельскохозяйственных земель, тыс. га

Виды земель	Годы					
	2007	2009	2011	2013	2015	2017
Пахотные	5519,3	5516,4	5510,5	5521,6	5662,1	5683,8
Залежные	52,0	27,8	24,3	21,8	8,4	7,5
Под постоянными культурами	120,8	120,8	122,1	119,9	117,8	111,3
Луговые	3275,9	3279,7	3240,6	3154	2844	2737,6
Итого сельскохозяйственных земель	8968,0	8944,7	8897,5	8817,3	8632,3	8540,2

Из таблицы видно, что общая площадь сельскохозяйственных земель на протяжении многих лет имеет устойчивую тенденцию к уменьшению. Несмотря на приоритет сельскохозяйственного землепользования и недопустимость изъятия сельскохозяйственных земель для несельскохозяйственных нужд, за последние 10 лет из сельскохозяйственного оборота выбыло 427,8 тыс. га. Эти значительные цифры говорят о том, что все чаще происходит выделение сельскохозяйственных земель для целей, не связанных с ведением сельского хозяйства. Такое стремительное сокращение площадей сельскохозяйственных земель может иметь серьезные негативные последствия. Произошло значительное сокращение луговых земель (538,3 тыс. га). Также стоит отметить, что за анализируемый период лишь площадь пахотных земель имеет тенденцию к росту. Она увеличилась на 164,5 тыс. га.

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

Это частично можно объяснить переводом других видов сельскохозяйственных земель в пахотные после создания земельно-информационной системы Республики Беларусь и уточнения фактического использования земель.

Негативным фактором использования сельскохозяйственных земель является развитие процессов их деградации. Так эрозии подвержено 479,5 тыс. га или 9,4 % общей площади пахотных земель Беларуси. Хотелось бы также отметить, что наибольшая доля эродированных пахотных земель находится в Гродненской области (13,4% или 99,4 тыс. га), которая отличается наибольшей распаханностью территории. Помимо эрозии сельскохозяйственных земель наблюдаются деградация торфяных почв, при которой отмечается значительное понижение содержания органического вещества, т. е. потеря плодородия.

Площадь сельскохозяйственных земель, загрязненных цезием-137, находящихся в пользовании сельскохозяйственных организаций на 1 января 2017 г. составила 903,1 тыс. га (10,6% от общей площади сельскохозяйственных земель), при этом 79,2% загрязненных цезием-137 земель (714,8 тыс. га) имеют небольшую плотностью загрязнения (1-5 Ки/км<sup>2</sup>). Также, стоит заметить, что с каждым годом, площадь земель, загрязненных цезием-137, уменьшается. Всего загрязнено радионуклидами и выбыло из сельскохозяйственного оборота 246,7 тыс. га. Из них 4,3% (10,6 тыс. га) составляют сельскохозяйственных земель. Наибольшее количество таких земель наблюдается в Гомельской области 10,4 тыс. га.

Показатели кислотности основных массивов почв сельскохозяйственных земель поддерживается на уровне, благоприятном для возделывания большинства сельскохозяйственных культур. Средневзвешенный показатель pH на пахотных землях составляет 5,92. Тенденция подкисления пахотных почв во всех областях Беларуси связана с недостаточными ежегодными объемами известкования кислых почв. В период с 1996 по 2010 гг. средневзвешенное содержание гумуса снизилось на 0,05 %, до уровня 2,23 %. Кроме того, необходимо сказать о характерных превышениях фоновых концентраций свинца, цинка, меди, никеля, кадмия, марганца, сульфатов и нитратов, нефтепродуктов в верхнем слое (0 -10 см) почв в зонах вокруг городов и крупных промышленных предприятий [2].

Негативные процессы, присущие для сельскохозяйственных земель республики, требуют проведения постоянных мониторинговых наблюдений, а также совершенствования методики их проведения.

### Литература

1. Кодекс Республики Беларусь о земле от 23 июля 2008 г. № 425-3 // Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2017.
2. Лапа, В.В. Почвенные и агрохимические исследования в Республике Беларусь: состояние и перспективы / В.В. Лапа, А.Ф. Черныш // Земля Беларуси. – 2010. - № 4. – С. 19 – 21.
3. Об утверждении Положения о порядке проведения в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь мониторинга земель и использования его данных / Постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 28 марта 2007 г. № 386 // Консультант Плюс Беларусь. Технология 3000 / «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2017.
4. Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь (по состоянию на 1 января 2017 года) / Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь. - Минск, 2017. – 57 с.

## **АНАЛИЗ ДАННЫХ АДРЕСАЦИИ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА МИНСКА И МИНСКОГО РАЙОНА**

**О.К. Парамонова**

Научный руководитель старший преподаватель Н.Г. Крундикова

**Учреждение образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
г. Горки, Республика Беларусь**

Согласно пункту 3.4 Указа №160, присвоение адреса объекту является обязательным для определения его местонахождения при технической инвентаризации или проверке характеристик объекта и государственной регистрации создания объекта в едином государственном регистре недвижимого имущества, прав на него и сделок с ним.

На территории г. Минска и Минского района оказанием услуг по присвоению, изменению и аннулированию адресов объектов недвижимого имущества занимаются отдел по формированию баз данных и технической инвентаризации РУП «Минское областное агентство по государственной регистрации и земельному кадастру».

На рисунке 1 приведено количество поданных заявлений и выполненных работ по адресации за 2015-2017 года.

Можно заметить, что количество заказов по состоянию на 01.01.2017 г. по отношению к 2015 г. увеличилось на 130%. Количество выполненных работ по состоянию на 01.01.2017 г. по отношению к 2015 г. увеличилось на 129%.

На рисунке 2 показана статистика по присвоению адресов за 2015-2017 года в зависимости от объекта недвижимости.



Рис. 1 Количество работ по адресации за 2015-2017 гг.

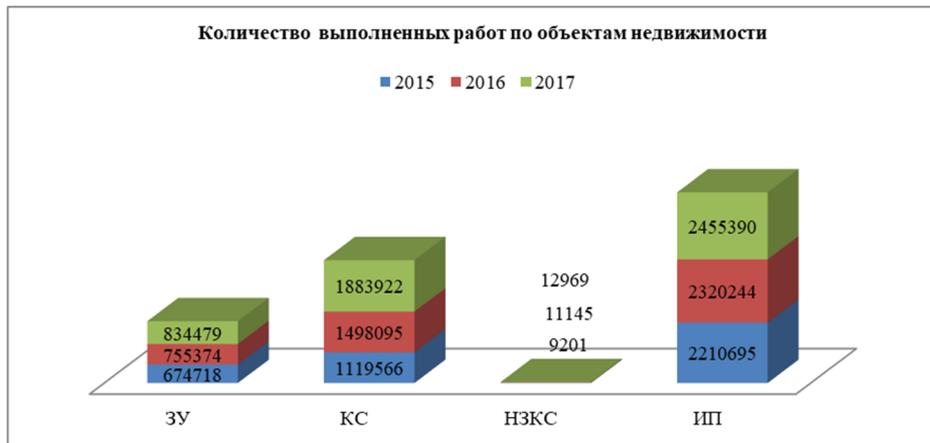


Рис. 2 Количество присвоенных адресов по объектам недвижимости за 2015-2017 гг.

При проведении работ по систематическому присвоению адресов капитальным строениям и земельным участкам количество присвоенных адресов за 2015-2017 года составило 730995 (в соответствии с рисунком 3)

В период с 2015-2017 гг. в рамках проведения работ по систематическому присвоению адресов количество внесенных адресов по объектам недвижимости можно проследить на рисунке 4.



Рис. 3 Количество присвоенных адресов в рамках СПА за 2015-2017 гг.

Можно заметить, что количество присвоенных адресов в рамках систематического присвоения адресов снизилось в 2017 по сравнению с 2015-2016 гг. на 4,1 раза.

Можно сделать вывод, что больше всего адресов присвоено капитальным строениям, а меньше всего - земельным участкам.

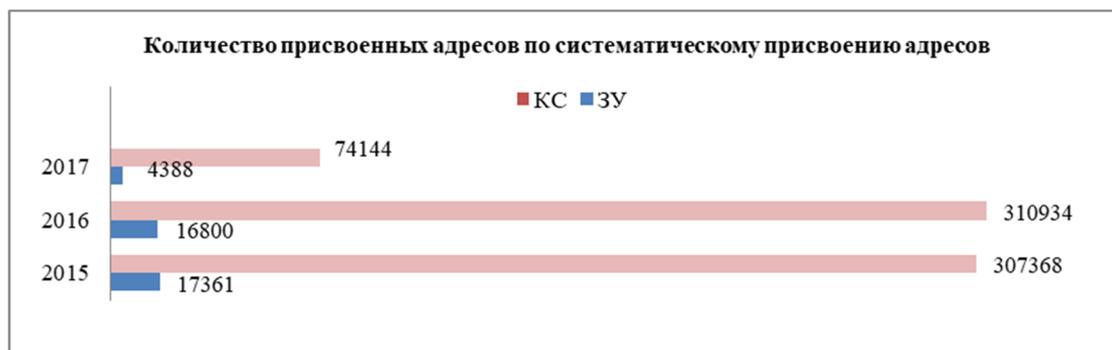
При проведении работ по присвоению адресов за 2015 год создано - 570678, изменено - 170083, аннулировано - 14588. За 2016 год создано - 601898, изменено - 164670, аннулировано - 22860. А за 2017 год (по 12.05.2017) создано - 157414, изменено - 43434, аннулировано - 6445.

Также по г. Минску и Минскому району количество сконвертированных адресов из ЕГРНИ составило 2742511.

В период с 2015-2017 гг. на территории Минского района было присвоено 730995 адресов объектам недвижимого имущества, из них земельным участкам 38549, капитальным строениям 692446.

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

Внесение и аннулирование адресов, а также предоставление адресной информации осуществляется с помощью адресного портала в режиме реального времени. Для целей создания и ведения Реестра адресов создана автоматизированная информационная система реестра адресов. Информация из реестра адресов предоставляется по стандартным запросам на бумажном носителе.



*Рис. 4 Количество присвоенных адресов по объектам недвижимости за 2015-2017 гг.*

### Литература

1. Об адресной системе: Указ Президента Республики Беларусь, 9.04.2012 г. № 160: в ред. Указа Президента Республики Беларусь от 01.10.2014 № 459//Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. Минск, 2006.
2. Об утверждении инструкции о порядке ведения адресной системы: Постановление Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь от 15.08.2012 г., № 27 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2012. – № 8/26459.

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО КАДАСТРОВОГО УЧЕТА ЗЕМЕЛЬ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И В ЕВРОПЕЙСКИХ ГОСУДАРСТВАХ**

**П.Д. Пилиева**

Научный руководитель профессор Т.В. Илюшина

*Московский государственный университет геодезии и картографии, г. Москва, Россия*

Земля является одним из основных и важнейших экономических ресурсов, правильное ее распределение и рациональное использование необходимо для поддержания стабильности страны в целом. Такую функцию в Российской Федерации выполняет государственный кадастр недвижимости. Для эффективного функционирования данная система должна быть актуальна в зависимости от изменяющихся внешних факторов и развития новых технологий. Современное развитие и ведение кадастровой системы в Российской Федерации отмечается новыми государственными реформами. Преобразования претерпели и многие нормативно-правовые акты, так на пример, новая редакция Федерального Закона «О государственной регистрации недвижимости» от 13.07.2015 года, которая вступила в силу 01.01.2017 года. В данном законе изменены положения о проведении государственной регистрации прав и государственного кадастрового учета [4]. В связи с этим, разрабатываются и предлагаются возможные улучшения системы государственного кадастрового учета, в том числе, и на использования опыта его ведения в Европейских странах.

На основе проведенного анализа системы организации государственного кадастрового учета в Европейских странах определены улучшения, которые было бы возможно применить в Российской системе. Система ведения государственного кадастрового учета в странах различна по своим характеристикам и типам: наполеоновская, немецкая, англоязычная, скандинавская и др. [1]. Каждая кадастровая система имеет свои определенные особенности, выполняет фундаментальные задачи в области кадастра и землеустройства по управлению и контролю использования земельным фондом [3]. Для совершенствования современной Российской системы государственного кадастрового учета, автором работы, были выявлены основные и дополнительные характеристики объектов недвижимости в соответствии с новой редакцией Федерального закона «О государственной регистрации недвижимости» от 13.07.2015 N 218-ФЗ. Был рассмотрен процесс кадастрового учета и последовательности действий при постановке объекта недвижимости на государственный кадастровый учет, а также процесс государственной регистрации прав, частично отраженный в блок-схеме обновленной общей структуры последовательности действий при осуществлении государственного кадастрового учета [4]. Данная блок-схема показывает один из возможных вариантов совершенствования системы государственного кадастрового учета в Российской Федерации.

Началом исполнения кадастровым инженером учета недвижимости служит распоряжение от органов государственной власти, которые постановляют срок и обозначают территорию проведения государственного кадастрового учета, при этом кадастровому инженеру выдается специальное разрешение на проведение учета в случае появления препятствия со стороны граждан на проведение данной процедуры. Далее кадастровый инженер начинает работу по учету объектов недвижимости, собирая всю необходимую информация и заноса ее в межевой или технический план. Затем сдает данную работу в отдел Федеральной службы государственной регистрации

кадастра и картографии, где она проходит проверку и контроль на наличие оснований для приостановления или в случае не устранения оснований, то и отказа в государственной регистрации прав. В случае если основания не выявлены, то проверенную и достоверную информацию вносят в реестр данных.

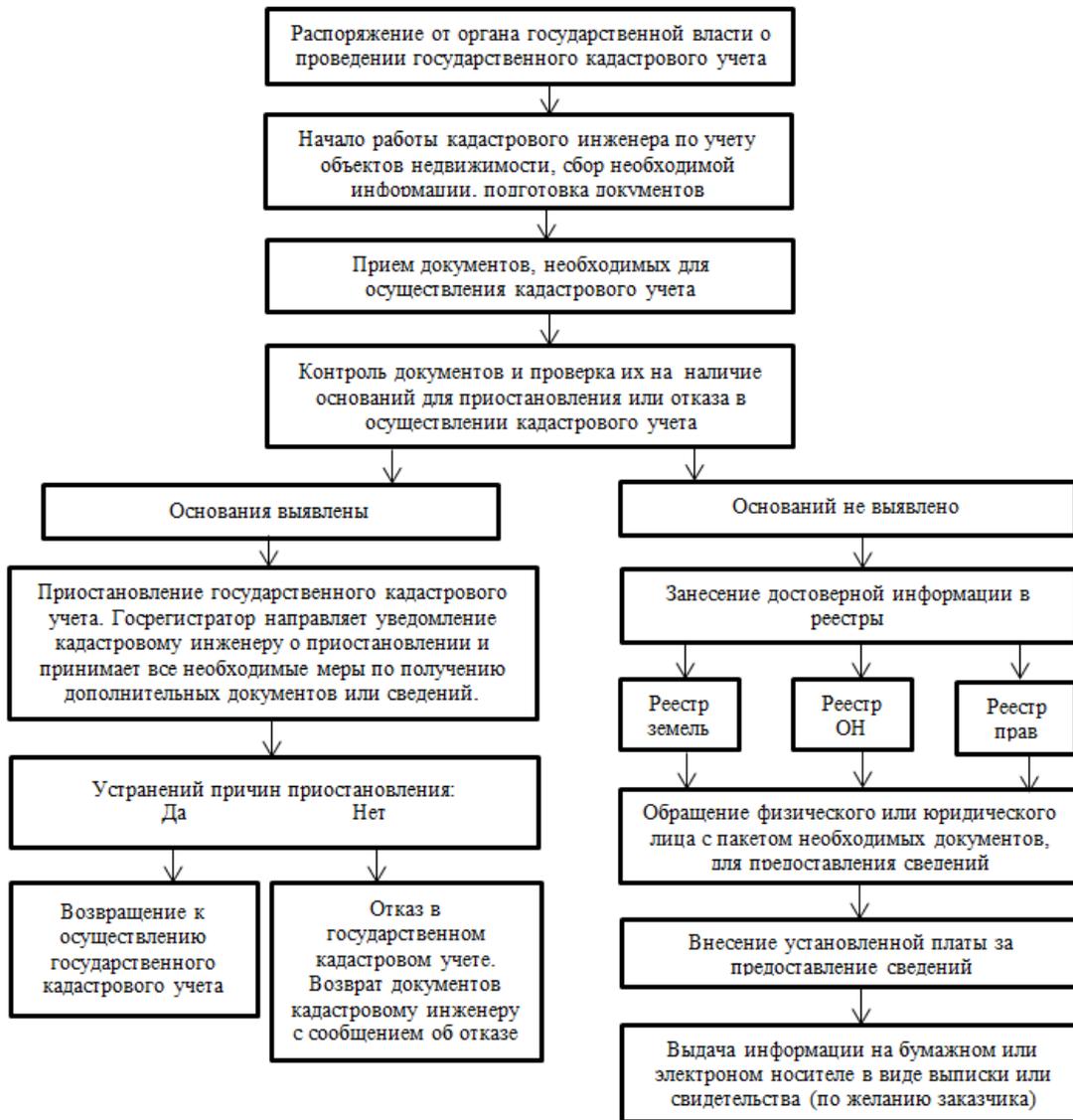


Рис. 1 Блок-схема обновленной общей структуры последовательности действий при осуществлении государственного кадастрового учета.

Для более удобного функционирования и контроля проводимой работы реестр разделен на три отдела: реестр земель, реестр объектов невидимости, реестр прав [5]. Каждый отдел ведет свою базу данных, но при помощи автоматизированной информационной системы имеет связь с остальными отделами, получая доступ к определенным данным при помощи специального электронного доступа (ключа). Таким образом собирая всю необходимую достоверную информацию по объектам недвижимости, создается банк данных. Незамедлительно данная информация попадает на публичную кадастровую карту, которая также контролируется на достоверность и правильность [2]. Когда собраны, проверены и занесены сведения об объектах недвижимости в специальный банк данных, любое физическое или юридическое лицо может за определенную плату получить информацию о своем недвижимом имуществе, заплатив определенную сумму, установленную органами государственной власти и получив выписку или свидетельство о праве собственности [5]. Для получения свидетельства установленная сумма может быть значительно больше той, которую следует уплатить за получение выписки. Однако этот документ является паспортом на недвижимое имущество, а для какой-либо операции по недвижимости, где необходимо подтверждение право собственности, достаточно было бы выписки.

В итоге предложенная структура последовательности действий при осуществлении государственного кадастрового учета, полностью изменяет сам процесс государственного кадастрового учета, производимый в первую очередь самим государством и в его интересах, а именно для ведения и содержания достоверного реестра объектов недвижимости и для защиты прав граждан на их собственность.

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

### Литература

1. Волков С. Н. В67 Землеустройство. Т. 7. Землеустройство за рубежом. – М.: КолосС, 2005;
2. Земельный кадастр стран восточной Европы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.skachatreferat.ru/referaty/608606/84920031.html>;
3. Отчет о выполнении научно-исследовательской работы по государственному контракту № 17.08.2/7328-КА/Д08 от 15 апреля 2006 г. по теме 17.08.2 «Разработка пакета нормативно-правовых и нормативно-технических актов, регулирующих вопросы формирования подлежащих государственному кадастровому учету объектов недвижимости и зон с особыми условиями использования объектов недвижимости (2006-2007 годы)»;
4. Федеральный закон от 13.07.2015 N 218-ФЗ (ред. от 31.12.2017) "О государственной регистрации недвижимости";
5. Tommy Wsterberg, перевод: Е.А. Камеристая // Кадастровая система Швеции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://masters.donntu.org/2012/igg/kameristaya/library/article10.htm>;

### ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В ГРАНИЦАХ ГОРОДА И ПРОБЛЕМЫ ИХ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ

Д.С. Полымская

Научный руководитель старший преподаватель М.В. Козина

*Национальный исследовательский томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Земли Российской Федерации подлежат налогообложению, которое происходит на основе кадастровой оценки. Результат работ по государственной кадастровой оценке земель - удельные показатели кадастровой стоимости земель в разрезе кадастровых кварталов по видам разрешенного использования. Кадастровая оценка земель служит базой для исчисления земельного налога и арендных платежей, которая основывается на классификации земель по целевому назначению [2]. Кадастровая оценка земель на территории Российской Федерации проводится в соответствии с разработанными методиками для каждой категории земель. В основе кадастровой оценки сельскохозяйственных земель лежат значения характеристик плодородия почв и технологических свойств. Для правильного научно - обоснованного определения стоимости таких земель необходимо изучение, обследование и проведение специальной оценочной работы, по определению качества земли. В основе же расчета кадастровой стоимости земель населенных пунктов лежат статистические данные рыночных цен, в том числе и территорий, предназначенных для сельскохозяйственного использования входящие в состав такой категории земель. Таким образом, возникают противоречия в отношении справедливого налогообложения земельных участков, предназначенных для сельскохозяйственного использования (садоводства и огородничества). Последний тур кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения Томской области был проведен в 2013 г. Последняя актуализация результатов кадастровой оценки земель г. Томска проводилась в 2014 году. Итогом актуализации стала оценка земельных участков, сгруппированных по семнадцати видам разрешенного использования, из них 70 % приходится на земельные участки под индивидуальное жилищное строительство, дачное строительство, садоводство и огородничество.

В рамках исследования было проведено ценовое зонирование территории г. Томска по результатам кадастровой оценки 2014 года по виду разрешенного использования (ВРИ) для садоводства и огородничества, который соответствует ВРИ №4 государственной методики. Результаты зонирования представлены на рисунке 1. Исходя из того, что ВРИ №4 является основным для территориальной зоны Ж-4(зона садоводств и дачных участков), согласно правилам землепользования и застройки г. Томска, то границы таких зон были нанесены на карту ценового зонирования.

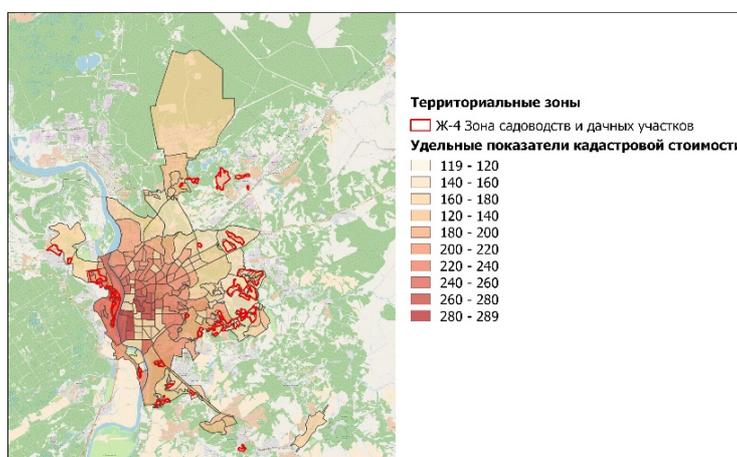


Рис. 1 Ценовое зонирование с выделением территориальной зоны Ж-4

Для определения основных характеристик почв земельных участков, расположенных в территориальных зонах Ж-4, был использован перечень почвенных разновидностей Томской области, установленный в ходе ранее проведенных туров оценки [1].

Для сравнительного анализа были взяты контуры №№1,9,10,19 территориальных зон Ж-4, располагающиеся на темно-серых лесных, серых лесных, светло-серых лесных и аллювиальных дерновых почвах (рис. 2). Серые лесные почвы обладают довольно высокими плодородными свойствами и при правильном использовании дают хорошие урожаи сельскохозяйственных культур. По физическим, физико-химическим и химическим свойствам лучшими почвами считаются темно-серые, а худшими - светло-серые лесные, обедненные подвижными формами азота и фосфора. Аллювиальные дерновые имеют высокие потенциальные плодородные свойства и используются в сельском хозяйстве как естественные сенокосно-пастбищные угодья или вовлекаются в пашню под ценные культуры. Исходя из почвенных характеристик была проведена балльная оценка по пригодности таких почв для ведения сельского хозяйства, наивысший балл был присвоен темно-серым лесным почвам.

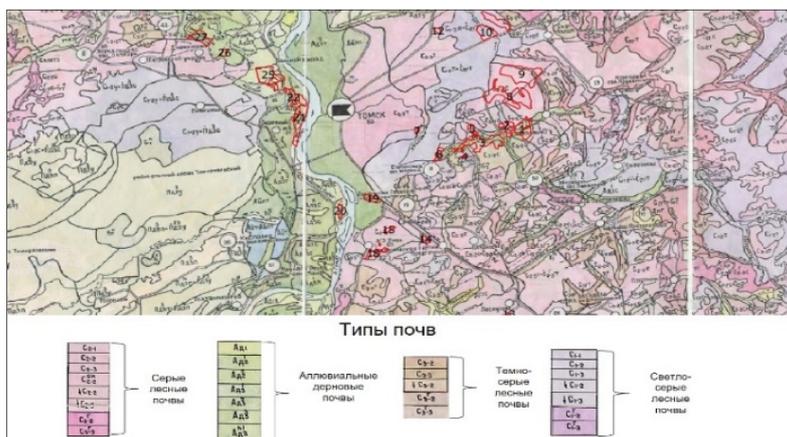


Рис. 2 Почвенная карта Томской области с выделением территориальной зоны Ж-4

Результаты уловной балльной оценки были сведены в таблицу 1, где были сопоставлены со средним показателем удельной кадастровой стоимости.

Таблица

Соответствие условного балла почвы и среднего удельного показателя кадастровой стоимости в территориальной зоне Ж-4

№ контура территориальной зоны Ж-4	Тип почвы	Условный балл почвы	Средний показатель удельный кадастровой стоимости
1	Темно-серые лесные	4	144,29
9	Серые лесные	2	138,02
10	Светло-серые лесные	1	140,85
19	Аллювиальные дерновые	3	207,15

Согласно полученным результатам земли, предназначенные для сельскохозяйственного использования, и наиболее пригодные для ведения садоводства и огородничества с точки зрения их почвенной характеристики, которые должны быть наиболее «дорогими», не является таковыми (рис.3).



Рис. 3 Соответствие условного балла почвы и среднего удельного показателя кадастровой стоимости в территориальной зоне Ж-4

Такие противоречия затрагивают интересы землепользователей на таких территориях, и приводят к несправедливому налогообложению.

В связи с совершенствованием законодательства в области имущественных налогов, кадастровой оценки и оценочной деятельности, была разработана единая методика кадастровой оценки объектов недвижимости, которая будет применяться ко всем объектам недвижимости, в том числе и ко всем категориям земель. Несмотря на то, что новая методика предусматривает дополнительный сбор и обработку рыночной информации в сегментах "Сельскохозяйственное использование", а также «Садоводческое, огородническое и дачное использование,

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

малоэтажная жилая застройка", не обязывает содержать анализ почвенных ценообразующих факторов, оказывающих влияние на стоимость земельных участков, предназначенных для ведения огородничества и садоводства.

В результате чего, возможно серьезное искажение определения кадастровой стоимости, земельных участков, предназначенных для садоводческого, огороднического использования в границах городских земель.

### Литература

1. Отчет №351/14/70 об определении кадастровой стоимости земельных участков в составе земель сельскохозяйственного назначения на территории Томской области от 20.02.2014. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://rosreestr.ru/wps/portal/cc\\_ib\\_svedFDGKQ](https://rosreestr.ru/wps/portal/cc_ib_svedFDGKQ).
2. Попов В.К. Экологизация кадастровой оценки для устойчивого развития урбанизированных территорий / В. К. Попов, М.В. Козина // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ] / Томский политехнический университет (ТПУ). – 2015. – Т. 326, № 1: Инжиниринг георесурсов. – С. 98 – 105.

### **АНАЛИЗ ПРЕИМУЩЕСТВ И НЕДОСТАТКОВ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ДЗЗ НА ЗЕМЛЯХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

**Е.В. Поспелова**

Научный руководитель профессор О.А. Пасько

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Исторически сложилось, что один из основных способов получения информации об объектах земной поверхности - это полевой метод. Такой метод требует значительные экономические и временные затраты. Также нужно отметить то, что при наземных обследованиях сложно добиться одновременности наблюдений на участках. Плюс ко всему, появляется фактор труднодоступности территории. Такие недостатки отсутствуют в методах ДЗЗ.

В последние годы, использование данных дистанционного зондирования земли становится все более популярной и актуальной темой для исследования и применения его в соответствующих областях. На сегодняшний день дистанционное зондирование является важным инструментом, который применяется для развития и решения протекающих процессов на землях сельскохозяйственного назначения [4]. Также ведутся разработки, направленные на взаимодействие географических данных с программным обеспечением ГИС [1]. ГИС представляет собой интегрированную систему компьютерного оборудования и программного обеспечения, способную хранить, извлекать, анализировать и отображать географически пространственную информацию с целью управления и принятия решений, направленных на развитие в области сельского хозяйства. В последние десятилетия наблюдается быстрое развитие урбанизации за счет прироста населения, что негативно сказывается на площадях земель сельскохозяйственного назначения. Это одно из направлений, которой можно оперативно определить с помощью применения данных технологий.

Рассмотрим основные преимущества и недостатки применения дистанционного зондирования на землях сельскохозяйственного назначения (табл. 1).

Не смотря на имеющиеся недостатки применения методов ДЗЗ на землях сельскохозяйственного назначения, существуют характеристики, определяющие востребованность космических снимков [3]:

1. *Объективность.* Космические снимки отражают состояние местности на момент съемки. Подделать космические снимки достаточно сложно, так как съемки ведут различные компании, и поэтому подмену можно легко обнаружить.
2. *Актуальность.* Материалы по съемке возможно получить на любые даты.
3. *Масштабность.* Благодаря современным приборам ДЗЗ появляется возможность одновременно снимать значительные по площади территории с достаточно высокой степенью детализации.
4. *Экстерриториальность.* Поскольку снимаемые участки никак не привязаны к государственным границам, поэтому не требуется разрешения для проведения съемок.
5. *Доступность.* На данный момент времени данные ДЗЗ являются открытыми и доступными.

Зачастую, данные дистанционного зондирования земли, полученные с космических спутников, нельзя получить другими способами [2]. Также необходимо отметить, что чем больше территория государства, тем наиболее эффективно применение космических снимков.

Применение методов ДЗЗ играют важную роль в такой сфере хозяйства, как «точное земледелие» [4]. Основная суть которого заключается в том, что для всех растений создаются одни и те же условия роста и развития с целью получения максимального количества качественной и дешевой продукции. «Точное земледелие» внедряют с постепенным освоением новых агротехнологий на основе экологически безопасных технических агрохимических средств. Для «точного земледелия» особое место занимает постоянный контроль за состоянием растительности, а его важной составляющей является - своевременное обнаружение и локализация участков поврежденной растительности (поражение растений насекомыми, сорняки). Оперативно обнаружить и отреагировать на ситуацию можно с помощью данных ДЗЗ [5], но для этого им необходимо соответствовать некоторым условиям: высокое разрешение для точности определения биофизических параметров растительного покрова, наличие мультиспектрального режима для использования при дешифрировании различий в спектральной яркости, достаточно частая периодичность получения.

И так, данные ДЗЗ обеспечивают следующие преимущества:

- актуальность получаемой информации;
- высокую достоверность и периодичность получаемой информации;

- широкий охват обследуемой территории;
- получение данных в одном виде;
- накопление статистической информации.

Таблица

Обзор преимуществ и недостатков применения ДЗЗ

№	Преимущества:	Недостатки:
1.	Данные, полученные с помощью спутниковой съемки, содержат полезную информацию и хранятся в электронном виде.	Дистанционное зондирование является дорогостоящим методом анализа, особенно, при измерении (обработке) небольших площадей.
2.	С помощью регулярных съемок территорий можно проводить мониторинг состояния земель, изменения их конфигурации и площади, развития эрозийных процессов и других явлений, которые изменяются воздействием природных и антропогенных факторов, а также делать прогнозы по данным изменениям.	Поскольку специалисту необходимо выбрать датчик, используемый для сбора данных, а также указать разрешение и калибровку датчика, выбрать платформу для датчика, и определить время сбора данных, то появляется в работе человеческий фактор, вероятности допущения ошибки увеличивается.
3.	Благодаря космической съемки, данные о труднодоступных местах становятся доступными.	Природные объекты, связанные с растительностью, не имеют фиксированного значения NDVI и поэтому, в зависимости от климатических и экологических характеристик необходимо учитывать особенности исследуемой территории, т.к. отражающая способность показателя NDVI различная.
4.	Применение дистанционного зондирования практически не требует полевых исследований, обработка и анализ данных выполняется камерально.	Погодные условия (туман, облачность, дымка) препятствуют качеству снимка.
5.	Цифровой формат данных ДЗЗ и применении компьютерных технологий для их обработки обеспечивают более быстрое получение результатов.	ДЗЗ требует специального обучения для анализа изображений. Поэтому, для работы со снимками необходима дополнительная подготовка кадров, поскольку требуется высокая квалификация и практические знания.
6.	Более того, методы ДЗЗ позволяют накапливать данные на большие территории за короткие промежутки времени.	
7.	Экономически выгодным является применение снимков с целью оперативного обновления средних и мелкомасштабных карт.	

Можно подвести итоги, что применение современных данных дистанционного зондирования Земли позволяет выявить изменения и оптимизировать эффективность территориальной организации сельского хозяйства, а методы ДЗЗ обеспечивают эффективные решения многих задач в сфере землеустроительных решений. Учитывая важное экологическое, экономическое и социальное значение сельского хозяйства в Томской области, а также имеющийся недостаток объективной, оперативной и, самое главное, достоверной информации об использовании пахотных земель, можно утверждать, что развитие и внедрение в практику методов спутникового мониторинга сельскохозяйственных земель Томской области стоит в ряду приоритетных научных задач.

#### Литература

1. Михаленко Е. Б. и др. Инженерная геодезия. Современные методы геодезических измерений с использованием искусственных спутников Земли: учеб. пособие / Е. Б. Михаленко и др.; под науч. ред. Е. Б. Михаленко. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. – 80 с.
2. Обиралов А. И. Фотограмметрия и дистанционное зондирование / А. И. Обиралов, А. Н. Лимонов, Л. А. Гаврилова. – М.: Колос, 2006. – 335 с.
3. Токарева О. С. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования Земли: учеб. пособие / Токарева О. С. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 148 с.
4. Цыганков Д.Н. Сысенко В.И. Применение данных дистанционного зондирования для мониторинга использования земель сельскохозяйственного назначения/ Д.Н. Цыганков, В.И. Сысенко / Ученые записки: электронный научный журнал Курского государственного университета. 2012. №2 (22) – 2012. – 5 с
5. Чандра А. М. Дистанционное зондирование и географические информационные системы / А. М. Чандра, С. К. Гош; [Пер. с англ. А. В. Киришина]. – М.: Техносфера, 2008. – 312 с.

**ВОЗМОЖНОСТИ СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ЗАРАСТАНИЯ  
ЛЕСОМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ**

**Т.С. Постернак, Е.В. Поспелова**

Научный руководитель профессор О.А. Пасько

Научный консультант профессор М.Ю. Катаев

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Требование современных положений (цифровая экономика, умное земледелие и др.) использования природных ресурсов заставляет выделять каждый объект исследований сельскохозяйственной (СХ) территории и исследовать его с разных сторон, выделяя различные факторы влияния и признаки реакции для максимально эффективного использования, получения максимальной отдачи. Одним из важнейших признаков является экологическое состояние природной среды не только в данный момент времени, но и знание его параметров в прошлом. Точность исследования должна привести к правильности воздействия на данный объект природы для получения экономической эффективности производства и минимизации экологического ущерба.

Необходимым элементом СХ производства является получение, накопление и анализ информации о состоянии земель, находящихся в различных стадиях технологического процесса (вспаханные, отдыхающие, подготовка и др.). Подобная информация включает в себя данные о территориальном размещении земель СХ назначения, об агрохимических свойствах, кадастровых границах участков, типах сельскохозяйственных культур, используемых на этой территории ранее, а также данные метеорологического мониторинга. Развитие технологии получения и преобразования этой информации, совместно с оперативной информацией о состоянии посевов (стадия вегетативного цикла) позволит перейти к решению задачи автоматизации управления территориями СХ назначения.

Получение информации об сельскохозяйственных землях возможно наземным способом (пешком или на автомобиле), воздушном (БПЛА, самолет, вертолет) или с помощью спутникового дистанционного зондирования (ДДЗ). На сегодняшний день спутниковые данные наблюдения являются основным и глобальным источником информации для исследования как земной поверхности, так и атмосферы [1]. Важнейшее условие для эффективного управления является своевременность поступления всего объема необходимой информации для принятия точных решений при управлении технологическим СХ процессом. Среди всех видов получения информации, только спутниковый мониторинг является источником данных, охватывающих в один момент практически все территории и причем единообразно, необходимые для изучения. Несмотря на наличие спутниковых приборов, до настоящего времени наблюдается ограниченная доступность к программно-техническим комплексам приема, обработки и анализа спутниковых данных. Также следует отметить наличие методов тематической обработки спутниковых данных (изображений), но практически отсутствие методической базы по использованию этих данных в СХ.

Одной из важнейших проблем СХ производства является зарастание ранее возделанных участков и постепенный вывод этих земель из возможности для использования. Это может происходить большими территориями или частично, областями, меняющими форму возделываемого участка поля. Нами выполняется разработка программного обеспечения, которое позволяет считывать, обрабатывать и анализировать спутниковые изображения Landsat-8. Основные части программного обеспечения связаны со считыванием, распаковкой и подготовкой данных (радиометрическая и атмосферная коррекция) для обработки. Программное обеспечение позволяет выбирать варианты изображения для кластеризации: в виде RGB (синтез) или многоспектральное (с выбором номера спектрального канала). Одним из вариантов анализа полученных классов является их сравнение с вегетационными, почвенными, водными и др. индексами, которые рассчитываются на основе тех же спектральных каналов, но имеют разделение на уровни, соответствующие определенным типам поверхности. Нами предлагается использовать эти результаты для выделения заданных (тестовых) участков СХ полей, получения по ним истории измерений спутниковым прибором, обработки данных и исследования изменений выделенной территории. К изменениям относится степень зарастания лесом малоиспользуемых земель СХ назначения. Первый этап этих работ связан с «ручным» дешифрированием спутниковых данных и вычислением некоторых показателей, которые впоследствии будут использоваться для разработки автоматизированной процедуры дешифрирования спутниковых снимков.

На втором этапе спутниковые данные будут сопоставляться с данными агрохимических и климатических показателей для моделирования процессов зарастания земель сельскохозяйственного назначения во времени и пространстве. Важным условием для формирования такой автоматизированной базы является знание исходных наземных данных.

Объектом нашего исследования являются сельскохозяйственные угодья Томского района Томской области. Предметом исследования выступает процесс зарастания земель данной категории древесно-кустарниковой растительностью.

Томская область полностью расположена в зоне рискованного земледелия, лишь на юге ведется активное сельскохозяйственное производство. Следует выделить Томский район - один из наиболее развитых сельскохозяйственных районов, расположен на юго-востоке области, в восточной части северо-лесостепной подзоны. Пахотные земли района представлены в основном серыми лесными почвами. Получение высокой урожайности культур напрямую зависит от агрохимических показателей пашни. Негативные тенденции сокращения площади земель сельскохозяйственного назначения, а также ухудшение их качества в большинстве регионов Российской Федерации делают актуальными исследования, связанные с установлением причин деградации земель данной категории [2].

Мониторинг изменения агрохимических показателей земель сельскохозяйственного назначения способен ответить на вопросы о достаточности внесения органических и минеральных удобрений, а также о рациональности

использования таких земель. К отслеживаемым агрохимическим показателям были отнесены содержание гумуса, обменного калия, подвижного фосфора, а также кислотность почв.

Гумус является источником многих питательных веществ для растений, а также он способен благоприятно влиять на физико-химические и биологические свойства почвы. По агрохимическим данным содержание гумуса в почве находится на низком уровне. Причиной тому является недостаточное внесение органических удобрений в почву, а также увеличение площади заброшенных участков, на которых процессы минерализации гумуса преобладают над его образованием [3].

Кислотность почвы является важным агрохимическим показателем, так как напрямую влияет на способность растений усваивать питательные вещества. Для серых лесных почв, характерных для пашни Томского района, свойственно иметь кислую реакцию среды. Сравнение результатов агрохимического обследования показывает, что подкисления обрабатываемых почв не происходит, а колебания значений находятся в пределах нормы для данного типа почв [3].

Фосфор в почве является незаменимым элементом питания для растений. Он регулирует процессы корнеобразования, наращивания вегетационной массы, необходим в период цветения и формирования урожая. Таким образом фосфор необходим на всех этапах выращивания культур [4]. Нужно отметить устойчивую положительную динамику содержания подвижного фосфора в почвах пашни Томского района. Такие результаты стали возможными благодаря действию и последствию ранее внесенных удобрений.

Калий наряду с фосфором также оказывает сильное влияние на итоговую урожайность культур. Содержание обменного калия в почвах пашни Томского района остается стабильным низким. На сегодняшний день до 50% земель сельскохозяйственного назначения Томской области не используется и подвержено зарастанию, что негативно сказывается на качестве земель.

Недостаток финансирования в 90-е гг. негативно отразился как на отдельных агрохимических показателях, так и на всей системе рационального подхода к использованию земель сельскохозяйственного назначения [5]. Этот период отмечен глубоким кризисным состоянием, которое привело к отходу от научно обоснованных систем земледелия и упрощению технологии возделывания сельскохозяйственных культур. С 1996 г. на территории Томской области началось резкое снижение применения минеральных и органических удобрений. Внесение органических удобрений могли себе позволить лишь некоторые экономически крепкие хозяйства, поэтому уже к 2000 году объем внесенной органики сократился на 95 % по сравнению с 1990 г. Данное ретроспективное исследование позволяет установить причины состояния агрохимических показателей Томского района в настоящее время.

Таким образом, для решения накопившихся проблем в настоящее время существует необходимость в количественных и объективных методах контроля земель СХ назначения для повышения уровня их использования при учете агрохимических и экологических норм. Данный доклад, определяя методику оценки степени зарастания лесом СХ земель, отчасти предлагает снизить недостаток достоверной и оперативной информации о состоянии земель.

#### Литература

1. Катаев М.Ю., Катаев С.Г., Бекеров А.А. Методика поиска изменений из анализа спутниковых данных спектрорадиометра MODIS // Доклады ТУСУР. 2015. №4 (38). – С. 93 – 99.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 году». – М.: Минприроды России; НИИ-Природа. – 2017. – 760 с.
3. Научно-производственный отчет. / Федеральное государственное учреждение «Станция агрохимической службы «Томская». – Томск, 2015.
4. Ягодин Б.А, Жуков Ю.П., Кобзаренко В.И. Агрохимия. Учебное издание / Под ред. Б. А. Ягодина. – М.: Колос, 2002. – 584 с.
5. Пасько О.А. Опыт проведения инвентаризации земель сельскохозяйственного назначения в Томской области [Электронный ресурс] = Experience of the Inventory of Agricultural Lands in the Tomsk Oblast / О. А. Пасько // Аграрная Россия: научно-практический журнал. – 2016. – № 6. – С. 12 – 17.

### ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФАКТОРА «МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ» НА КАДАСТРОВУЮ СТОИМОСТЬ ОБЪЕКТА НЕДВИЖИМОСТИ

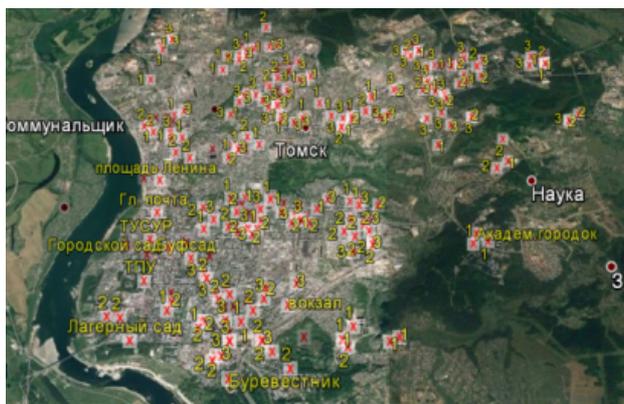
Е.В. Предко

*Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия*

Одним из основополагающих факторов, который оказывает значительное влияние на стоимость объекта недвижимости, является местоположение. Для того чтобы учесть этот фактор возможны разные подходы в определении его показателей и значений (измерять расстояние до центра населенного пункта, расстояние до ближайшей остановки, а также вводить ряд других характеристик). В данной работе было решено определить фактор «Местоположение», с помощью учета расстояний от объектов до центров влияния. Оценка тесноты связи между ценой 1 кв. м. и местоположением показала, что связь заметная значимая, корреляционное отношение равно 0.7. Учет расстояний от объектов до центров влияния является одним из самых сложных, но при этом позволяет получить качественную и удобную в применении модель. Достоинствами данного подхода являются: высокая точность, относительная простота в применении и требование незначительного числа аналогов. Недостатками:

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

трудоемкость моделирования, высокая зависимость результата от некоторых аналогов, субъективность в определении центров и видов зависимостей [2].



**Рис. 1 Карта города Томска с нанесенными объектами**

Для того чтобы определить этот фактор, был проанализирован вторичный рынок жилья города Томска. Сведения собирались о типичных объектах недвижимости: одно-, двух- и трехкомнатных квартирах, расположенных в панельных, кирпичных домах. Были собраны сведения об адресе дома, количестве комнат, площади, состоянии квартиры и ее стоимости.

В картографическом сервисе GoogleEarth создавались точечные объекты, которые соответствовали конкретному дому. В созданный картографический файл вносилась атрибутивная информация по площади, стоимости, количеству комнат и др.

В результате было нанесено на карту 268 объектов в Октябрьском, Ленинском, Кировском и Советском районах города Томска. Также были нанесены на картографическую основу 16 значимых объектов, таких как: ж/д Вокзал Томск I, пл. Ленина, ПТУ, Лесной сад, Буффов сад, Академгородок, Главпочтамт, Набережная реки Томи, Городской сад, стадион «Буревестник», пл. Южная, ПТУ, ТГУСУР, парк «Белое озеро», Ботанический сад, Дворец Зрелищ и Спорт.

Для нахождения расстояния исследуемых объектов-аналогов до значимых объектов был использован инструмент «близость». В результате была сформирована таблица из 4288 значений.

Объекты_недвижимости	Значимые_объекты	Расстояние	Кол-во квартир	Стоимость
0	9	9088,34	1	50714
0	3	8049,08	1	50714
0	10	8204,05	1	50714
0	14	8668,97	1	50714
0	15	7638,61	1	50714
0	0	7958,43	1	50714
0	11	6778,97	1	50714
0	4	6379,84	1	50714
0	2	6147,87	1	50714
0	8	6039,31	1	50714
0	12	5786,59	1	50714
0	5	8589,06	1	50714
0	6	5118,23	1	50714
0	7	4172,40	1	50714
0	1	4260,89	1	50714
0	13	3694,03	1	50714
1	9	8983,18	1	56000
1	3	9266,25	1	56000
1	10	8230,62	1	56000

**Рис. 2 Фрагмент таблицы с рассчитанными расстояниями от объектов-аналогов до значимых объектов**

**Таблица 1**

### Показатели уравнения линейной регрессии

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%
Y-пересечение	53591,87709	2185,238666	24,52449607	2,30889E-68	49287,97	57895,79
кирпич	4204,344041	960,8372749	4,375708719	1,78159E-05	2311,94	6096,748
отличное	3946,882132	1008,13955	3,915015665	0,000116753	1961,314	5932,45
S	-73,19580168	31,11309349	-2,352572293	0,01942302	-134,474	-11,9174
Срок эксплуатации	-108,0868363	34,5487262	-3,128533183	0,001965957	-176,132	-40,0418
S до Университет	5360,416945	1369,936828	3,912893526	0,000117724	2662,276	8058,558
S до вокзал	3156,960033	1231,040646	2,564464498	0,010920938	732,3801	5581,54
S до Академгородка	9421,507362	5224,04698	1,803488253	0,072520279	-867,446	19710,46

Линейная модель имеет следующий вид:

$y = 53591.88 + 4204.34 \cdot x_1 + 3946.88 \cdot x_2 - 73.20 \cdot x_3 - 108.09 \cdot x_4 + 5360.42 \cdot x_5 + 3156.96 \cdot x_6 + 9421.51 \cdot x_7$  Для того чтобы оценить зависимость объектов-аналогов от значимых мест города Томска, необходимо было построить модель стоимости жилой недвижимости, которая была выполнена с помощью корреляционно-регрессионного анализа. На основании коэффициентов корреляции при выборе ценообразующих факторов было принято решение исключить из выборки предложения с дорогим дизайнерским ремонтом, отсутствием данных, таким образом, сократили таблицу наблюдений с 268 до 257 объектов [1]. Также были выбраны радиусы влияния: для университета ТГУ - 2000 м., для ж/д вокзала Томск I - 2000 м., для Академгородка - 500 метров.

Вычисление коэффициентов модели осуществлялся на компьютере в среде MS Excel надстройка Анализ данных. Значения регрессионных коэффициентов приведены в таблице 1 и 2.

Таблица 2

Показатели уравнения мультипликативной регрессии

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%
Y-пересечение	10,88976035	0,040691412	267,6181502	2,4657E-308	10,80961712	10,96990359
кирпич	0,077453708	0,017891787	4,329009032	2,17157E-05	0,042215174	0,112692243
отличное	0,073729891	0,018772605	3,927525911	0,000111182	0,036756554	0,110703228
S	-0,001557273	0,000579358	-2,687928074	0,007674627	-0,00269834	-0,000416206
Срок эксплуатации	-0,002195604	0,000643333	-3,412857444	0,000750172	-0,003462673	-0,000928536
S до Университет	0,101315595	0,025509645	3,971658281	9,34787E-05	0,051073407	0,151557782
S до Вокзал	0,060991494	0,022923254	2,660682165	0,008305008	0,015843299	0,106139689
S до Академгородка	0,170474907	0,097277176	1,75246562	0,080924605	-0,021116078	0,362065892

Мультипликативная модель имеет следующий вид:

$$y = 53624.48 \cdot 1,080532^{x_1} \cdot 1,076516^{x_2} \cdot 0,998444^{x_3} \cdot 0,997807^{x_4} \cdot 1,106626^{x_5} \cdot 1,062890^{x_6} \cdot 1,185868^{x_7}$$

Оценка фактора «Местоположение» на основе учета расстояний до центров влияния, без ярко выраженных значимых мест в городе Томске, является нецелесообразным. Так как в городе практически однородно востребован каждый район, не учитывая городской центр, значительно влияющий на стоимость объекта недвижимости. В городах с небольшой площадью - лучше использовать модель с ценовым зонирование, так как это эффективней и легче, а модель получается значимее. Следовательно, грамотное определения стоимости объектов недвижимости, зависит от множества критериев. К одному из таких критериев относится фактор «Местоположение», который играет огромную роль при определении кадастровой стоимости объекта недвижимости.

#### Литература

1. Грибовский С.В. Математические методы оценки стоимости недвижимого имущества: учеб. пособие / С.В. Грибовский, С.А. Сивец; под ред. С.В. Грибовского, М.А. Федотовой. - М.: Финансы и статистика, 2008. - 368 с.
2. Грибовский, СВ. Предложения по созданию методики оценки стоимости недвижимости жилого назначения для целей налогообложения [Текст] / С. В. Грибовский // Имущественные отношения в Российской Федерации. - 2009. - №4. - С. 43 - 46.

## ТЕХНОЛОГИИ ВЫСОКОТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

А.Р. Протасова

Научный руководитель доцент В.А. Базавлук

Национальный исследовательский Томский Политехнический Университет, г. Томск, Россия

В мировой практике, в том числе и в России, в последние годы происходит широкое внедрение информационных технологий во многие производственные сферы общества, в том числе и в сельском хозяйстве. Современные технологии в сельскохозяйственной деятельности получили название «высокоточного земледелия». В разных источниках литературы можно встретить иные определения данного термина. Такие, как топоориентированное земледелие, точное сельское хозяйство, земледелие по предписанию, аккуратное сельское хозяйство [4].

В условиях стремительного роста численности населения Земли и одновременном уменьшении доли его занятости в сельскохозяйственном производстве, можно ожидать, что настоящее и будущее сельского хозяйства будет определяться высокоточным земледелием.

Технологии высокоточного земледелия основываются на качественно новом подходе к сельскохозяйственной отрасли и представляют собой целый комплекс методов управления производством, который направлен на решение ряда экологических, экономических и социальных проблем [3].

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

Базовой основой технологий высокоточного земледелия являются геоинформационные системы, которые позволяют вносить, обрабатывать, анализировать, а также накапливать информацию, характеризующую посев или пашню и обладающую высоким пространственным и временным разрешением для принятия управленческих решений [1].

Для качественного обеспечения выполнения всех агротехнических работ необходима точная координатная привязка каждого участка поля. При оценке состояния посевов и отдельных видов растений, почв и климатических показателей используют специальные сенсоры, сканеры, которые фиксируют фотосинтетическую активность растений (например, индекс NDVI). Анализируя значения результатов оценки индекса, можно определить текущее состояние растительности, а также рассчитать величину биомассы, что позволяет разработать программу ухода за посевами [4].

На основе технологий цифрового моделирования рельефа и местности можно выполнить оценку состояния почвы конкретного участка поля. Точная привязка сельхозугодий к местности, а также использование их цифровых моделей позволяют внедрять технологии высокоточного земледелия даже в малые агрохозяйства.

По состоянию на 2017 год технологии высокоточного земледелия в России уже достаточно широко распространены. При этом возникает ряд препятствий в реализации рационального и эффективного управления сельским хозяйством. Для проведения наиболее продуктивной работы применяемых технологий требуются качественные исходные данные, которые позволяют определить точную картину состояния полей. Мировой и российский опыт использования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) на небольших площадях подтверждает, что они являются одним из методов быстрого и качественного получения необходимой земельной информации.

Однако, картографические материалы (топографические основы, карты, планы, схемы землепользования, результаты наземных обследований территории и пр.) обладают недостаточной степенью достоверности данных, и, соответственно, могут быть использованы только в качестве дополнительного источника информации. Таким образом, применение беспилотных летательных аппаратов становится все более актуальным для сельского хозяйства.



Рис. 1 Распределение земель Томской области по категориям на 01.01.17

Сельскохозяйственные земли на территории Томской области, по состоянию на 2017 г., занимают второе место среди всех категорий земель, их площадь составляет 2018,6 тыс. га [2]. Около 54% от всей площади сельскохозяйственных земель на данный момент не включены в оборот и не используются по назначению. Такая негативная ситуация связана с большими финансовыми и техническими затратами на обработку сложных по конфигурации полей, проведения мелиоративных мероприятий, а также с изменением порядка отвода земель. Распределение земель по категориям приведено на рисунке 1.

Исследуемые земли на юго-востоке Томской области имеют сложную транспортную доступность, обладают мелкоконтурностью, перемежением с землями лесного фонда, водоемами, где наблюдается быстрый переход продуктивных угодий в состояние залежи.

В весенне-летний период 2017 г. в рамках реализации проекта Фонда Содействия инновациям (<http://fasie.ru>) №НТИ-34440, ООО «ИндорСофт» провел мониторинг земель СПК «Межениновский» (границы территории полета БПЛА представлены на рисунке 2).

Для проведения качественной и количественной оценки сельхозугодий ООО «ИндорСофт» с помощью БПЛА была проведена аэрофотосъемка. Съемка осуществлялась беспилотным летательным аппаратом Supercam S-350f Photobot производства ООО «Финко» (Ижевск). Возможности БПЛА позволяют проводить аэрофотосъемочные работы на удаленных территориях на высотах от 150 до 2000 м. Площадь захвата снимка составляет, в среднем, от 2 до 366 га; за один полет БПЛА (около 3,5 ч) может снять от 1000 га до 14000 га соответственно (при перекрытии снимков 80% - продольное, 60% - поперечное). Получаемые снимки позволяют создавать картографические материалы масштабов от 1:1000 до 1:10000. Наиболее приемлемый результат был получен с высоты полета 750 м в районе п. Рыбалово (Томский район). Данные съемки были обработаны в программах «Justin» и «Agisoft Photoscan» и представлены заказчику в виде ортофотопланов с разрешением 30 см.

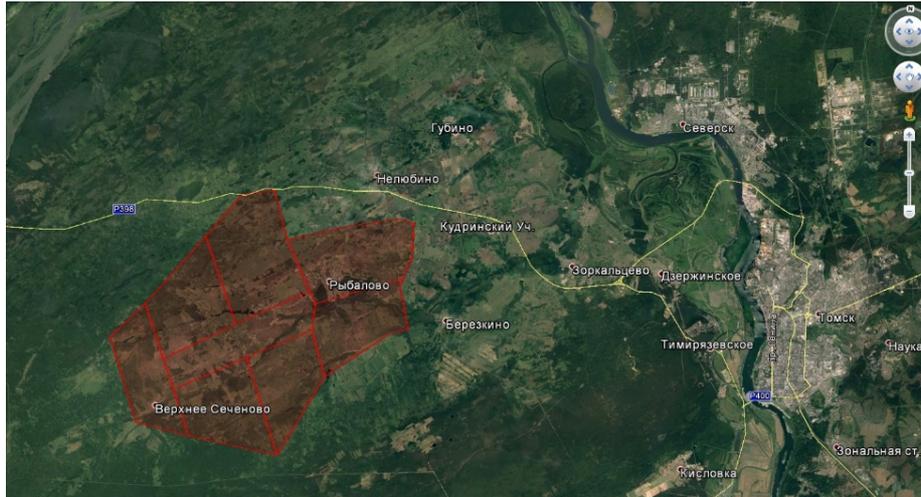


Рис. 2 Границы территории исследования (с. Рыбалово, Томская область)

В рамках мониторинга земель в весенний период 2018 г. планируется повторная съемка с использованием мультиспектральной камеры Mica Sense. Данные, полученные с помощью камеры Mica Sense, имеют меньшее разрешение снимка, чем обычной камеры, но содержат спектральную информацию. Ожидается, что СПК «Межениновский» станет пилотной территорией для отработки технологий с использованием БПЛА в интересах АПК Томской области, что позволит продолжить мониторинг сельскохозяйственных земель данной территории и рассчитать NDVI-индекс, оценить всхожесть сельхоз культур и разработать прогнозы использования ресурсов.

Актуальность проблем контроля состояния сельхозугодий, в том числе мониторинга с использованием БПЛА, не вызывает сомнений. Современные методики мониторинга земель сельскохозяйственного назначения представляют интерес не только для самих производителей, но и для контролирующих, планирующих и административных органов. Данные полученные с беспилотных летательных аппаратов обладают не только высокой достоверностью и периодичностью информации, получаемой в стандартизированном виде, но и позволяют проводить оперативный мониторинг состояния посевов, инвентаризацию сельхозугодий, оценку ущерба и объема выполняемых работ, накапливать статическую информацию, а также разрабатывать прогнозы урожайности различных сельхоз культур. Кроме того, анализ полученных материалов предоставляет возможность оптимизировать производство, что способствует получению максимального дохода и рационального использования ресурсов.

#### Литература

1. Михайлов С.И. Применение данных дистанционного зондирования земли для решения задач в области сельскохозяйственного производства // Земля из космоса: наиболее эффективные решения. М: Инженерно-технологический центр "СКАНЭКС", 2011. – № 9. – С. 17 – 23.
2. Сведения о наличии и распределении земель в Российской Федерации на 01.01.2017 (в разрезе субъектов Российской Федерации) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosreestr.ru/site/activity/sostoyanie-zemel-rossii/gosudarstvennyu-natsionalnyu-doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-v-rossiyskoy-federatsii>.
3. Шпаар Д. Точное сельское хозяйство (Precision Agriculture) [Текст]: учебно-практическое пособие / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред.: Д. Шпаара, А. Захаренко, В. Якушева. – СПб.: Пушкин: [б. и.], 2009. – 399 с.
4. Шумилов Ю.В. Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в технологии точного земледелия / Ю.В. Шумилов, И.А. Костенко, А.В. Данилова, К.В. Семочкин, А.А. Пачкин // Молодой ученый. – Казань, 2015. – № 9 – 2 (89). – С. 146 – 147.

### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТОМСКОГО ПОДЗЕМНОГО ВОДОЗАБОРА НА ТЕРРИТОРИИ ОБЬ-ТОМСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

В. И. Редькина

Научный руководитель профессор В.К. Попов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

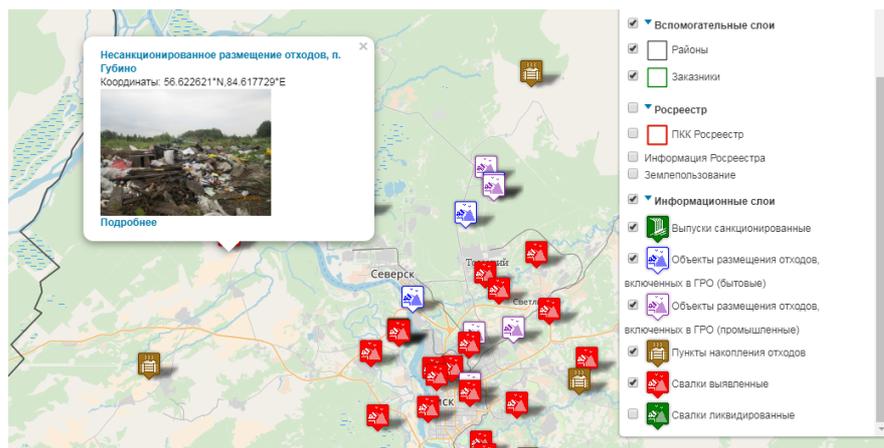
Обь-Томское междуречье является территорией с непростой экологической ситуацией, сложившейся в результате многолетней интенсивной деятельности человека, которая негативно сказывается на состоянии подземных вод и экологической безопасности территории в целом. В настоящее время на исследуемой территории расположено 45 населенных пунктов, общее количество жителей в которых составляет более 650 тыс. человек. Кроме того, на территории располагается подземный водозабор, который эксплуатируется с 1973 года и является основным источником питьевого водоснабжения г. Томска.

С 2006 года Водный Кодекс РФ установил, что на все источники хозяйственно-питьевого назначения должна устанавливаться зона санитарной охраны. Но, несмотря на это, границы поясов санитарной охраны Томского

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

водозабора были поставлены на государственный кадастровый учет только в 2014 году, впоследствии чего появились ограничения использования объектов недвижимости, использования территории в сельскохозяйственных целях, сбора дикоросов, грибов, ягод и пр. В результате этого начались общественные споры, поскольку жители населенных пунктов внезапно оказались в границах охранной зоны водозабора. Кроме того, жители населенных пунктов, расположенных на Обь-Томском междуречье, вынуждены использовать недоброкачественную питьевую воду из-за отсутствия водоочистных сооружений.

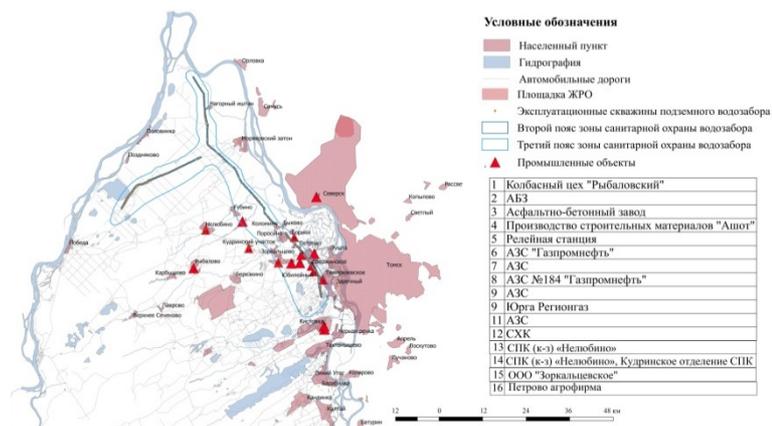
В границах зоны второго и третьего поясов санитарной охраны расположены с. Тимирязевское, с. Дзержинское, с. Зоркальцево, д. Губино, д. Борики, д. Быково, д. Поросино, д. Коломино, д. Петрово, с. Моряковский Затон. С населенными пунктами связаны многочисленные свалки бытовых отходов, возникшие в результате недостаточно организованного вывоза мусора и нерегулируемой рекреационной активности. Значительная часть свалок размещена вблизи населенных пунктов: с. Моряковский Затон, с. Зоркальцево, д. Борики, с. Дзержинское и находятся в границах санитарной охраны подземного водозабора.



**Рис. 1** Размещение свалок твердых бытовых отходов на территории Обь-Томского междуречья [3]

Традиционная жизнедеятельность населения способствует усилению рекреационной нагрузки на леса и их захламенение. Превращение территории в рекреационную зону сопровождается вырубками деревьев, что может повлечь за собой изменение инфильтрационного режима и водного баланса территории, истощение ресурсов подземных вод, и, кроме того, снижение биологического разнообразия, экономической и экологической ценности территории. На первых этапах вырубки характеризуются повышенной пожарной опасностью и опасностью развития эрозионных процессов [2]. На местах вырубок формируются молодняки, неспособные выполнять должных защитных функций. Кроме того, незаконные вырубки, нарушающие все правила и технологии, влекут за собой размножение энтомовредителей, возникновение очагов болезней леса. Сельскохозяйственная деятельность влечет за собой максимальную трансформацию природной среды, формирование ландшафтов, на которых возникают эрозионные процессы [2]. В дополнение ко всему, происходит загрязнение почв пестицидами, тяжелыми металлами, а также другими веществами, используемыми при ведении земледелия.

В пределах санитарно-защитной зоны расположены и промышленные предприятия, такие как бетонно-асфальтный завод, АЗС и другие объекты, что непосредственно оказывает химическую антропогенную нагрузку, а именно загрязнение почв, поверхностных и подземных вод нефтепродуктами и тяжелыми металлами, загрязнение атмосферного воздуха.



**Рис. 2** Антропогенная нагрузка на территории Обь-Томского междуречья

На сегодняшний день существующие населенные пункты продолжают расширяться путем присоединения новых микрорайонов за счет земель сельскохозяйственного назначения [4].

Согласно данным Администрации Томского района, в пределах третьего пояса зоны санитарной охраны водозабора определены перспективные зоны для развития индивидуального жилищного строительства, дачного строительства, а также производственные зоны. Значительная часть застраиваемой территории левобережья р. Томи находится на площади, где подземные воды, используемые для питьевого водоснабжения, по геолого-гидрогеологическим условиям являются недостаточно защищенными от поверхностного загрязнения [3]. Это связано с длительной эксплуатацией двух Северских и Томского крупных подземных водозаборов и образованием единой депрессионной поверхности, однако разрастание существующих населенных пунктов, увеличение численности населения, которое нуждается в качественном водоснабжении, может усугубить проблему. Слабая защищенность подземных вод требует строжайшего соблюдения санитарных правил и норм по размещению планируемых объектов, правил по их сооружению и эксплуатации.

Поскольку не существует определенных требований, ограничивающих деятельность населения, целесообразно создать областной нормативно-правовой документ, который бы урегулировал вопросы, связанные с проблемой использования исследуемой территории. Кроме того, на данный момент не существует законодательных актов, которые бы учитывали гидрогеологические условия и гидродинамические процессы, что в обязательном порядке должно приниматься во внимание в целях устойчивого развития территории Обь-Томского междуречья.

Но, поскольку застройку территории невозможно остановить, то будущие проекты планировки и межевания должны учитывать статус данной территории, соблюдать действующие санитарные нормы и правила и проводить необходимые мероприятия, предусмотренные СП 2.1.5.1059-01, пунктом 3.2 СанПиН 2.1.4.1110-02, а также в случае принятия областного закона соблюдать и его требования.

Экологическая безопасность водопользования и землеустройства должна включать в себя высокое качество природной окружающей среды, максимально благоприятные показатели здоровья, а также большую продолжительность жизни [3].

Хозяйственное освоение территорий может считаться успешным и рациональным только с учетом всех природных факторов, определяющих состояние биосферы. Без знания природных факторов, включающих и экологическую обстановку территорий невозможно выбрать рациональное направление использования земель, спрогнозировать дальнейшее развитие территории, а также обеспечить экологическую безопасность.

Таким образом, на сегодняшний день управление земельными и водными ресурсами должно учитывать особенности современного состояния ландшафтов междуречья, в том числе различное антропогенное воздействие. Наиболее значимыми типами воздействия являются урбанизация, эксплуатация Томского водозабора, деятельность сельскохозяйственных предприятий, вырубка леса, рекреационная деятельность, эксплуатация транспортных систем и др.

#### Литература

1. Карта охраны окружающей среды Томской области. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://green.tsu.ru/oos/>.
2. Панченко Е.М., Дюкарев А.Г. Эколого-функциональное зонирование Обь-Томского междуречья и охрана окружающей среды // Работа выполнена в рамках программы фундаментальных исследований СО РАН (проекты 6.3.1.16 и 7.10.1.3). – Томск, 2007.
3. Попов В.К., Лукашевич О.Д., Коробкин В.А. [и др.] Эколого-экономические аспекты эксплуатации подземных вод Обь-Томского междуречья – Томск: ТГАСУ, 2003. – 174 с.
4. Чилингер Л. Н. Территориальное планирование для устойчивого развития водосборных урбанизированных территорий (г. Томск). –Томск: НИ ТПУ, 2017. – 126 с.

## МЕЖДУНАРОДНОЕ ПРАВО ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ В АРКТИКЕ И ЕГО НАРУШЕНИЯ

А.А. Сафронова

Научный руководитель профессор О.А. Пасько

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия*

Заинтересованность в освоении Арктики в последнее время приобретает качественно иной характер, чем ранее. В центр внимания становится вопрос обеспечения охраны окружающей среды макрорегиона и экологической безопасности его населения [3]. Международно-правовое обеспечение охраны окружающей среды - одно из новых, продолжающих свое формирование направлений международного права, это связано, прежде всего, с возрастающей актуальностью глобальных экологических проблем.

Единого международного документа, определяющего правовой статус Арктики, в настоящее время не существует. Правовое регулирование реализуется через международные природоохранные конвенции, договоры, соглашения, резолюции и т.п. Центральное место среди существующих основ международно-правовой охраны окружающей среды занимают резолюции Генеральной Ассамблеи ООН и Всемирная хартия природы, играющие ключевую роль в реализации принципов и положений международно-правового экологического сотрудничества.

Тем не менее, современные международные эколого - нормативные документы не обеспечивают всю полноту реализации экологической безопасности важнейшего региона Земли (табл. 1).

Одной из актуальных государственных задач Российской Федерации, является развитие энергетики в Арктической зоне, при этом может возрасти угроза сбой уникальной экологической системы Заполярья.

*Таблица*

**СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР  
НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ**

**Правовое регулирование экологического менеджмента в Арктике**

№	Международные конвенции и соглашения в области охраны окружающей среды	Цель	Выполнение	Результат нарушения договоренностей
1	Всемирная хартия природы. Резолюция Генеральной Ассамблеи ООН от 28.10.82 [2]	Возложение ответственности на все государства в области сохранения окружающей среды (ОС)	с нарушениями, отходы, накопленные от предыдущей хозяйственной деятельности в Арктической зоне Красноярского края несут значительный ущерб ОС	Происходит прогрессирующее загрязнение и деградация компонентов природной среды в условиях усиливающейся антропогенной нагрузки
2	Декларация Рио-де-Жанейро по окружающей среде и развитию. Международный договор от 14.06.92	Возложение обязанности на все государства обеспечить защиту среды обитания и природных ресурсов	с нарушениями, отходы, накопленные от предыдущей хозяйственной деятельности в Арктической зоне Красноярского края несут значительный ущерб ОС	Происходит прогрессирующее загрязнение и деградация компонентов природной среды в условиях усиливающейся антропогенной нагрузки
3	Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях. Конвенция от 23.05.01 [3]	Заключается в охране здоровья человека и окружающей среды от стойких органических загрязнителей.	с нарушениями, отходы, накопленные от предыдущей хозяйственной деятельности в Арктической зоне Красноярского края несут значительный ущерб ОС	Происходит активная трансформация естественного геохимического фона, внедрение вредных веществ в цепи питания и повышенная заболеваемость населения
4	Нуукская декларация об окружающей среде и развитии в Арктике» [4]	Возложение обязательств в отношении охраны окружающей среды Арктики	с нарушениями, отходы, накопленные от предыдущей хозяйственной деятельности в Арктической зоне Красноярского края несут значительный ущерб ОС	Накопленные отходы, размещенные на территории Арктической зоны Красноярского края, наносят значительный урон окружающей среде Арктики.
5	Инувикская декларация о защите окружающей среды и устойчивом развитии в Арктике [5];	Возложение обязательств по обеспечению социально-экономического развития в Арктике и по защите окружающей среды	с нарушениями, отходы, накопленные от предыдущей хозяйственной деятельности в Арктической зоне Красноярского края несут значительный ущерб ОС	Накопленные отходы, размещенные на территории Арктической зоны Красноярского края, наносят значительный урон окружающей среде Арктики

Среди основных целей государственной политики Российской Федерации в Арктике названы сохранение и обеспечение защиты природной среды Арктики, в частности ликвидация экологических последствий хозяйственной деятельности в условиях возрастающей экономической активности и глобальных изменений климата, среди стратегических приоритетов - активизация приграничного сотрудничества, в том числе в области сохранения окружающей природной среды в Арктике [1].

Важнейшей современной проблемой Арктической зоны Красноярского края, как и страны в целом [6, 9] является ликвидация отходов, которые в течение десятилетий накапливались вокруг заполярных городов и посёлков. В результате прекращения хозяйственной, военной и иной деятельности в арктической зоне остались брошенными и затопленными объекты, в том числе с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом. На территориях расформированных воинских частей сохранились транспортные средства и здания, объекты, на которых расположены склады горюче-смазочных материалов и свалки пустых бочек. В процессе коррозии бочкотары, на данных территориях происходит постоянный разлив нефтепродуктов, которые впоследствии попадают в открытое море. В результате мониторинга загрязнения морской среды в районах свалок установлено повышенное содержание загрязняющих веществ (нефтяные углеводороды и тяжелые металлы) [4]. Обнаружены: активная трансформация естественного геохимического фона, внедрение вредных веществ в цепи питания и повышенная заболеваемость населения [7], что является важнейшей экологической проблемой [2, 5, 8, 10].

На основании выше перечисленных проблем, связанных с размещением накопленных отходов на территории Арктической зоны Красноярского края, можно с уверенностью сказать, что экосистема данной территории находится под угрозой необратимого нарушения ее состояния.

Дальнейшее социальное и экономическое развитие территории невозможно без решения экологических проблем. Часть из них необходимо решать уже сегодня и, прежде всего, по ликвидации накопленного экологического ущерба.

Сегодня реализация идеи устойчивого развития арктического региона нуждается в дополнительных нормах природоохранной направленности специально созданных для Арктической зоны не только Красноярского края, а для всего международного сообщества.

#### Литература

1. Всемирная хартия природы. (Принята резолюцией 37/7 Генеральной Ассамблеи 28.10.1982) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/charter\\_for\\_nature.shtml](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/charter_for_nature.shtml).
2. Душкова Д. О., Евсеев А. В. Анализ техногенного воздействия на геосистемы Европейского Севера России // Арктика и Север. – 2011. – № 4. – С. 26 – 30.
3. Джунусова Д.Н. О совершенствовании отечественного законодательства в области предотвращения загрязнения арктических вод в процессе освоения континентального шельфа // Актуальные проблемы экономики и права - 2010. №4. – С. 232 – 235.
4. Инувикская декларация о защите окружающей среды и устойчивом развитии в Арктике 1996 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.arctic-council.org/eppr/reports/ministerial-direction/1996-inuvik-canada/>.
5. Макова Е. Рейтинг экологических проблем Арктики. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://arctic-centre.com/ru/analitika/item/295-rejting-ekologicheskikh-problem-arktiki>.
6. Нуукская декларация об окружающей среде и развитии в Арктике 1996 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.arctic-council.org/eppr/reports/ministerial-direction/1993-nuuk-greenland/>.
7. Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу, утвержденные Президентом Российской Федерации 18 сентября 2008 г. № Пр-1969 (п. 6, 7).
8. Пасько О. А. и Мочалова Т. Н. Временное и территориальное изменение токсичности почв полигона твердых бытовых отходов // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2015. № 7. – С. 65 – 71;
9. Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях. Конвенция // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/pdf/pollutants.pdf](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/pdf/pollutants.pdf);
10. Pasko O.A., Mochalova T.N Toxicity Assessment of Contaminated Soils of Solid Domestic Waste Landfill XVIII International Scientific Symposium in Honour of Academician M. A. Ussov: Problems of Geology and Subsurface Development. Volume 21 of Journal of Physics: Earth and Environmental Science <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/21/1/012026>.

## ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОСУДАРСТВЕННОГО НАДЗОРА ЗА ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗЕМЕЛЬ В ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

А. Ю. Смирнова

Научный руководитель доцент В.А. Базавлук

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Под эффективностью земельного надзора подразумевают достижение органами государственного надзора показателей, характеризующих улучшение состояния исполнения гражданами, индивидуальными предпринимателями, должностными и юридическими лицами требований земельного законодательства [2].

К мероприятиям, приводящим к повышению эффективности деятельности государственного земельного надзора относят:

1. *Улучшение качественного уровня информирования населения о требованиях земельного законодательства и о его изменениях.*
2. *Повышение грамотности населения в правовых земельных вопросах.*
3. *Проведение государственной регистрации земельных правонарушений в качестве совершенствования процедуры их устранения.*
4. *Использование существующих геоинформационных систем для организации ведения и планирования ежегодного плана проверок.*
5. *Согласование и сосредоточение действий по составлению планов ежегодных проверок земельных правонарушений в едином центре.*

Вышеперечисленные мероприятия предлагается реализовать следующим образом:

1. Улучшение качественного уровня информирования населения о требованиях земельного законодательства и о его изменениях путем публикации данной информации в СМИ и на телевидении, освещения данных вопросов по радио. Так по состоянию на 2017 г. в Томской области информирование населения о требованиях законодательства доводится до сведения населения 35 раз в год [3], в том числе из них 1 выступление на телевидении, что считается недостаточным. Эта информация доносится до населения в хаотичном порядке, предлагается упорядочить и систематизировать во времени выдачу законодательной информации населению и сделать ее более доступной средствами информации.
2. Повышение грамотности населения в правовых земельных вопросах путем проведения дней консультаций, «круглых столов», дней открытых дверей, семинаров и т.д.

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

3. Проведение государственной регистрации земельных правонарушений в качестве совершенствования процедуры их устранения путем отображения в выписке из ЕГРН и включения в сведения публичной кадастровой карты информации о земельном правонарушении. Тогда в случае продажи данного земельного участка, потенциальный покупатель будет уведомлен о рисках и возможных негативных последствиях в связи с покупкой данного участка.
4. Существующие геоинформационные системы при организации и планировании контрольных проверочных мероприятий в землеустройстве используются в настоящий момент недостаточно эффективно. Такие системы позволяют обнаружить признаки земельных правонарушений путем соотношения информации об объектах земельных отношений и картографический материал.

По состоянию на 2017 год вышеперечисленными возможностями обладает АИС «ГКН» (Автоматизированная информационная система государственного кадастра объектов недвижимости), которая представляет собой учетную систему, используемую для ведения государственного кадастра. Последнее время АИС «ГКН» постепенно заменяется «ФГИС ЕГРН» (федеральная государственная информационная система ведения Единого государственного реестра недвижимости) - эта система находится в режиме покомпонентного ввода. Также возможно использование других информационных систем, которые позволяют накладывать кадастровое деление территории на космические снимки либо аэрофотоснимки высокого качества. Главная цель данного визуального анализа - предварительное обнаружение признаков земельных нарушений для уменьшения и исключения нерезультативных проверок соблюдения земельного законодательства.

Согласование и сосредоточение действий по составлению планов ежегодных проверок земельных правонарушений предлагается проводить в едином центре на базе одной из трех существующих служб. На сегодняшний день, государственный земельный надзор осуществляется одновременно тремя службами: Росреестром, Росприроднадзором и Россельхознадзором. Общая существующая модель ведения государственного земельного надзора [1] представлена в виде блок-схемы на рисунке 1.

Предлагается организовать в качестве единого центра Федеральную службу государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр), а Федеральную службу по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор) и Федеральную службу по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор) - упразднить.



Рис. 1 Существующая модель ведения государственного земельного надзора [1]

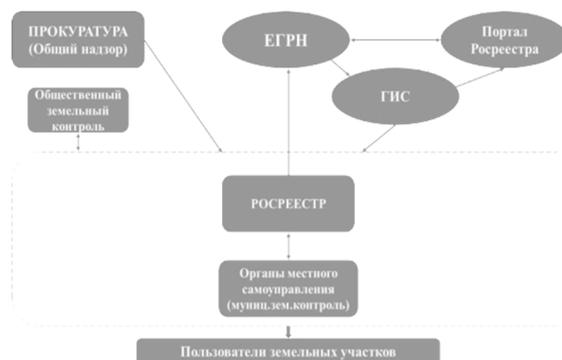


Рис. 2 Предлагаемая модель ведения государственного земельного надзора

В структуре Росреестра предлагается создать отдел, занимающийся планированием контрольно- надзорной деятельности на подведомственной территории и подразделения, выполняющие функции Росприроднадзора и Россельхознадзора. А также разработать концепцию взаимодействия структурных подразделений Росреестра с органами местного самоуправления по составлению ежегодного плана осуществления проверок.

На практике после составления плана ежегодных проверок с органами местного самоуправления и органами прокуратуры разрабатывается централизованный план проверок. Такой централизованный план предлагается разрабатывать во вновь организуемом отделе планирования контрольно-надзорной деятельности Росреестра. Такой план должен быть направлен на исполнение в структурные органы Росреестра и в органы местного самоуправления.

Предлагается также закрепить приказом Росреестра исполнение плановых проверок законодательно. Предложенная модель ведения государственного земельного надзора представлена на рисунке 2.

Объединение функций этих трех служб в одной обеспечит единство требований к надзору и их координации. Это мероприятие будет способствовать устранению возможных противоречий, устраним дублирование одних и тех же функций вышеупомянутых служб и обеспечит выполнение надзора более эффективно. Также это приведет к экономической эффективности, так как штат сотрудников уменьшится и меньшим количеством можно достигнуть поставленных задач надзора.

### Литература

1. Аврунев Е. И. Перспективная информационная модель государственного земельного надзора [Текст] / Е. И. Аврунев, И. В. Пархоменко // Вестник СГУГиТ. – 2016. – Вып. 2 (34). – С. 158 –168.
2. Административный регламент Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по исполнению Федеральной службой государственной регистрации, кадастра и картографии государственной

- функции по осуществлению государственного земельного надзора от 20 июля 2015 г. N 486. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosreestr.ru/site/activity/gosudarstvennyy-nadzor/gosudarstvennyy-zemelnyy-kontrol-nadzor/>. Дата обращения: 19.04.2017 г.
3. Постановление об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») по совершенствованию контрольно-надзорной деятельности в Российской Федерации на 2016 - 2017 годы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://government.ru/media/files/NRO144Ac0c0Q5b4AVomtiUgrukitSe0f.pdf>. Дата обращения: 19.04.2017 г.
  4. Приказ «Об утверждении Порядка осуществления государственного мониторинга земель, за исключением земель сельскохозяйственного назначения» от 26.12.2014 №852. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_175349/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_175349/). Дата обращения: 12.04.2017 г.

## ПРОБЛЕМА ПОГЛОЩЕНИЯ МЕГАПОЛИСОМ ГОРОДОВ - СПУТНИКОВ (НА ПРИМЕРЕ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

Н.А. Старицына<sup>1</sup>, И.А. Старицына<sup>2, 3</sup>

<sup>1</sup>ГОУ СО Уральский колледж им. И.И. Ползунова, <sup>2</sup>ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет, <sup>3</sup>Уральский институт ГПС МЧС России или Ури ГПС МЧС России, г. Екатеринбург, Россия

Идея объединения мегаполиса с городами-спутниками в единую агломерацию впервые была озвучена в 1975 году в проекте «Свердловский внутриобластной район». Однако, широкую огласку и общественный резонанс идея «Большого Екатеринбурга» приобрела в 2000-ых годах [2]. Если сравнить размеры мегаполиса и городов-спутников, можно увидеть, что территория г. Екатеринбурга по площади сравнима с двумя соседними городскими округами (ГО Берёзовский и Верхняя Пышма). Эти площади значительно отличаются по плотности застройки и плотности населения, которое проживает на этой территории. В первый пояс агломерации должны войти следующие четыре города: Арамил, Берёзовский, Верхняя Пышма, Среднеуральск (табл. 1). Объединение городов на этом не закончится, существует второй пояс агломерации, в который входят города Сысерть, Полевской, Ревда, Дегтярск и Первоуральск.

Вся площадь мегаполиса в настоящее время очень плотно застроена, в период 1990 - 2000 годы город пережил пик точечной застройки. В некоторых районах города, особенно в центре, она продолжается до сих пор. Например, застройка высотного квартала «Екатеринбург - Сити» осуществляется не где-то на окраине, как это принято в крупных европейских мегаполисах (район Сити в Лондоне), а в историческом центре города. При этом архитектурно-исторический облик города сильно меняется. Бурное развитие экономики, рост численности населения, требует всё новых и новых площадей под застройку [4]. Точечная застройка не может продолжаться бесконечно, свободных площадей под строительство катастрофически не хватает. При точечной застройке очень часто происходит социальный резонанс, жители близлежащих домов активно сопротивляются новой застройке, так как в первую очередь страдают объекты инфраструктуры и рекреационного назначения (сокращают площадь дворовой территории, сносят детские площадки, парковки, скверы, газоны и парковые зоны). Меняющиеся градостроительные нормативы позволяют приближать автодороги под самые окна жилых домов. За время этой активной точечной застройки было снесено законным и незаконным способом несколько памятников истории и архитектуры. Например, памятник архитектуры Дом Ярутина был снесён, а на его месте построен бизнес - центр «Высоцкий» (высота 54 этажа). В исторических районах города Екатеринбург в настоящее время находится множество памятников истории и архитектуры, которые не используются, и постепенно разрушаются. Инвесторы не хотят вкладывать деньги в реанимацию этих объектов [1], так как реставрация памятников истории и архитектуры процесс очень дорогостоящий. Дешевле построить новое здание по современным градостроительным нормативам, чем отремонтировать памятник истории и архитектуры, соблюдая все требования Федерального закон "Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации" [6]. Одним из требований этого закона является использование строительных материалов прошлых исторических периодов, что значительно удорожает процесс реставрации.

Таблица

Сравнительные характеристика г. Екатеринбург и городов - спутников

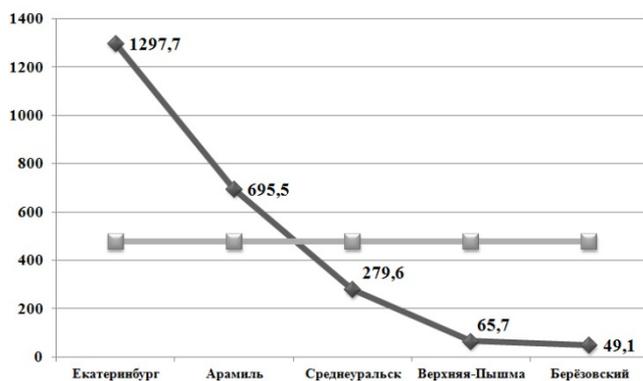
Город	Год создания	Площадь	Население	Средняя цена 1м <sup>2</sup> недвижимости
Берёзовский	1938	1 164 км <sup>2</sup>	57 194 чел	51 737 руб/м <sup>2</sup>
Верхняя - Пышма	1946	1 052 км <sup>2</sup>	69 117 чел	55 229 руб/м <sup>2</sup>
Среднеуральск	1931	83,98 км <sup>2</sup>	23 479 чел	47 726 руб/м <sup>2</sup>
Арамил	1966	21,8 км <sup>2</sup>	15 162 чел	45 918 руб/м <sup>2</sup>
<b>Екатеринбург</b>	<b>1781</b>	<b>1 147 км<sup>2</sup></b>	<b>1 488 406 чел</b>	<b>65 074 руб/м<sup>2</sup></b>

При присоединении лишь двух главных спутников г. Берёзовского и г. Верхняя Пышма, мегаполис сразу же увеличит свою площадь в 3 раза. Площади этих городских территорий не имеют такой плотной застройки, как мегаполис. Юридическое объединение этих территорий пока не оформлено, но фактически оно уже существует. Очень условно можно проследить на местности, где заканчивается частный сектор микрорайона Уралмаш (г. Екатеринбург) и начинается частный сектор г. Верхняя Пышма. Такая же картина и с другим городом - спутником. Частный сектор микрорайона Шарташ (г. Екатеринбург) заканчивается и начинается микрорайон Новоберёзовский

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

(г. Берёзовский) [5]. Между этими микрорайонами до недавнего времени существовала лесополоса, которая сейчас очень интенсивно используется. Лес вырубается, вдоль дороги построены большой продуктовый магазин с паркингом, церковь, несколько автозаправок. Рядом разрастается коттеджный посёлок, состоящий из типовых двухэтажных таунхаусов [3]. Анализ рынка недвижимости показывает, что наименьшая цена за 1 м<sup>2</sup> в г. Арамилы (45 918 руб/м<sup>2</sup>), а наибольшая в г. Верхняя Пышма (55 229 руб/м<sup>2</sup>). При этом разница со стоимостью 1 м<sup>2</sup> недвижимости в г. Екатеринбурге (65 074 руб/м<sup>2</sup>) составляет примерно 10 000 - 18 000 руб/м<sup>2</sup>. Это значит, что при покупке однокомнатной квартиры площадью 32 м<sup>2</sup> в городе спутнике можно сэкономить порядка 320 000 - 576 000 рублей. Для многих жителей Свердловской области эта экономия является решающей при покупке недвижимости.

При расчёте плотности населения в городах - спутниках, обнаружится, что наименьшая плотность в ГО Берёзовский (49,1 чел/км<sup>2</sup>), а наибольшая в ГО Арамилы (695,5 чел/км<sup>2</sup>), за счёт его небольшой территории (рис. 1). Плотность населения в МО г. Екатеринбург составляет 1 297,7 чел/км<sup>2</sup>. При объединении агломерации площадь увеличится в три раза и составит 3 468,8 км<sup>2</sup>, население увеличится на 164 952 человека, а плотность населения снизится до отметки 476,6 чел/км<sup>2</sup> (почти в 3 раза). Эти показатели делают объединение городов в единую агломерацию экономически очень выгодными и целесообразными.



**Рис. 1** Распределение городов Екатеринбургской агломерации по плотности населения (горизонтальная линия светлого серого цвета показывает среднюю плотность в агломерации 476, чел/км<sup>2</sup>)

Анализ исторических событий показывает, что наиболее старым городом в агломерации является город Екатеринбург (год создания 1781). Все рассматриваемые города - спутники получили официальный статус городов уже в советское время, в 30 - е - 70 - е годы 20 века. Конечно, населённые пункты на месте этих городов существовали и ранее, ещё с 18 - 19 века. Но юридически, это были не города, а посёлки при заводах.

Проблемы городов-спутников:

1. Занятость населения. В малых городах рабочих мест недостаточно для трудоустройства всего населения. Часть жителей вынуждена ежедневно тратить 2-3 часа на дорогу в г. Екатеринбург.
2. Нехватка школ. Рост населения, за счёт переселения жителей из мегаполиса в города-спутники привёл к нехватке мест в школах.
3. Не достаточное развитие транспортных путей. Пассажирский, грузовой поток и частные автомобили не разделены, что создаёт ежедневную тяжёлую транспортную ситуацию.

Расширение агломерации вопрос решённый, несмотря на то, что согласно опросу жителей городов-спутников, выявлено отрицательное отношение к этому вопросу. В первую очередь пострадают объекты социальной инфраструктуры. Часть из них станет филиалами, сократится штат и бюджет, часть будет полностью закрыта. Неизвестно, произойдёт ли расширение транспортной инфраструктуры после объединения агломерации и городов - спутников. Ведь, такие населённые пункты как п. Изоплит, п. Шарташ, п. Калиновка уже давно находятся в составе г. Екатеринбурге, а дорогу для них так и не расширили.

### Литература

1. Акьюлов Р.И., Оголихина С.Д. Развитие крупных агломераций как фактор инвестиционной привлекательности территории (на примере проекта «Большой Екатеринбург») //Муниципалитет: экономика и управление. 2016. № 1 (14). С. 43 – 49.
2. Ижгузина Н.Р. Теоретические и методологические принципы управления городскими агломерациями (на примере Екатеринбургской городской агломерации) // В сборнике: Современные технологии управления – 2014 Сборник материалов международной научной конференции. 2014. С. 612 – 623.
3. Старицына И.А., Старицына Н.А. Проблемы рационального использования земель под индивидуальную жилую застройку (Свердловская область) // В книге: Аграрная наука - сельскому хозяйству. Сборник статей в 3 книгах. ФГБОУ ВО "Алтайский государственный аграрный университет". – 2016. – С. 440 – 442.
4. Старицына И.А., Старицына Н.А. Градостроительное планирование и кадастровое зонирование на примере Академического района г. Екатеринбурга Свердловской области. // В сборнике: Инновационные технологии и технические средства для АПК. Материалы международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов. –2015. – С. 72 –79.
5. Старицына И.А., Старицына Н.А. Проблемы градостроительного планирования на примере города Берёзовского Свердловской области. // В сборнике: Сборник статей международной научно-практической конференции,

посвященной 15-летию создания кафедры "Землеустройство и кадастры" и 70-летию со дня рождения основателя кафедры, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Туктарова Б.И. 2015. С. 306 – 312.

6. Федеральный закон "Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации" от 25.06.2002 N 73-ФЗ.

## ВОЗНИКНОВЕНИЕ ПОЖАРОВ НА ЗЕМЛЯХ ЛЕСНОГО ФОНДА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

П.Ю.Тагиев

Научный руководитель профессор О. А. Пасько

*Национальный исследовательский Томский Политехнический Университет, г. Томск, Россия*

Площадь лесов в России, как и в мире, непрерывно сокращается. Перед специалистами разных направлений (землеустройство, экология, лесоводство и др.) стоит задача сохранения лесного фонда и снижения рисков сокращения его площади. Риски можно разделить на несколько категорий:

- пожарные риски;
- незаконная вырубка;
- нехватка денежных средств для восполнения утраченных ресурсов;
- естественные процессы.

Пожарная опасность в лесах Томской области определяется, прежде всего, природными особенностями территории - значительной долей хвойных лесов (более половины покрытой лесом площади), развитым напочвенным покровом, подверженным горению, и сочетанием засухи и аномальной жары в первой половине лета.

Подтверждением важности обеспечения пожаробезопасности является увеличение с каждым годом объема финансирования на мониторинг пожарной опасности в лесах и лесных пожаров. В 2017 году по сравнению 2016 г. в Томске выделено 56,6 миллиона рублей вместо 51,9 миллиона рублей, из них 16,6 миллиона рублей - на наземный мониторинг и 39,9 миллиона - на авиационный. На тушение лесных пожаров региону выделено 11 миллионов рублей федеральных средств и 1 миллион рублей - на выполнение противопожарных мероприятий [1]. Схема мониторинга Рослесхоза представлена на рисунке 1.

Рослесхоз регулирует деятельность региональных штабов в пожароопасный период. В 2018 году планируется переход на единую электронную платформу сводных планов тушения лесных пожаров. Ранее такая платформа уже была опробована в качестве пилотной площадки для мобильной координации деятельности.

Районами с наибольшей пожароопасностью являются Каргасокский, Верхнекетский и Томский; со средней - Первомайский, Колпашевский, Молчановский с низкой - Асиновский, Бакчарский, Зырянский, Парабельский, Тегульдетский районы. Самые благоприятные в противопожарном отношении - Александровский, Кожевниковский, Кривошеинский, Чаинский, Шегарский районы.



*Рис.1 Система мониторинга Рослесхоза. Условные обозначения: РДС ЛХ - Региональная диспетчерская служба лесного хозяйства, ФДС ЛХ - Федеральная диспетчерская служба лесного хозяйства, ИСДМ - интегральная система дистанционного мониторинга*

Следует отметить, что в Каргасокском, Верхнекетском, Томском, Парабельском и Молчановском районах ведется активная добыча полезных ископаемых. Нефтяные и газовые месторождения расположены в глубине лесных массивов, и в случае возникновения чрезвычайной ситуации (ЧС) предусмотрено перебрасывание пламени на лес. На каждом предприятии

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

действуют свои правила по обеспечению безопасности, но, несмотря на их наличие, каждый год происходят несчастные случаи. Результатом подобных инцидентов становится образование «Огненных шаров» [4, 5].

Основными параметрами волны давления при сгорании горючей пыли в открытом пространстве являются избыточное давление и импульс волны давления. При большой величине избыточного давления возможно повреждение находящихся поблизости предметов, в том числе лесных насаждений и оборудования. Основные факторы возникновения пожароопасной обстановки можно разделить на несколько составляющих: случайные пожары, пожары по вине предприятий, бытовые пожары в городской черте, пожары за чертой города в результате разжигания костров для личных нужд.

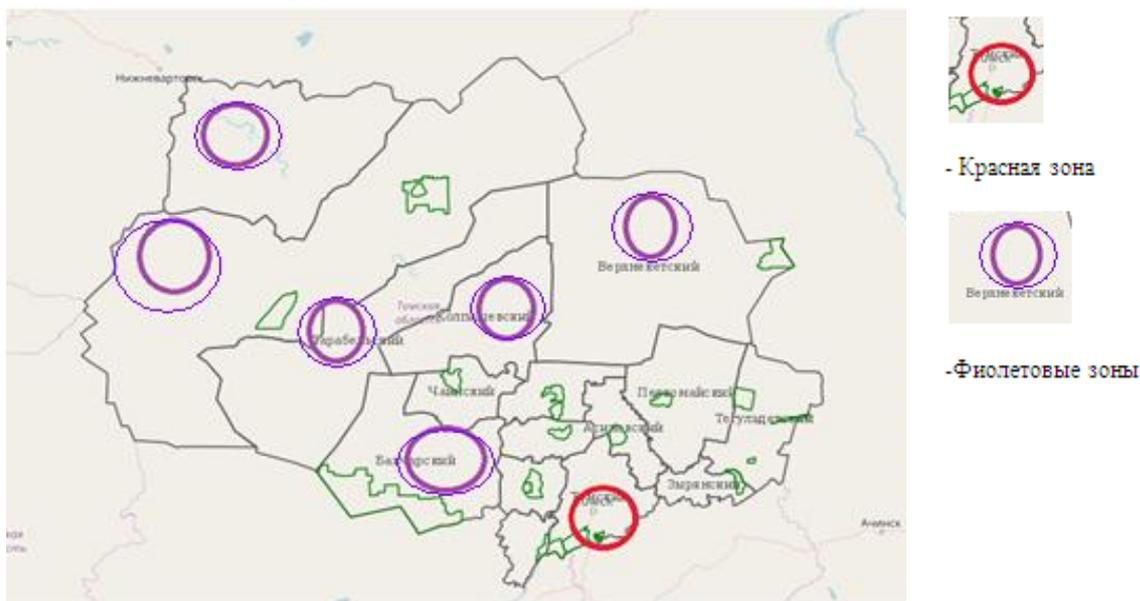


Рис. 2 Карта пожаров Томской области с областями особого мониторинга

Оценкой риска возникновения пожаров на промышленные предприятия занимаются самостоятельно на основании действующего законодательства под контролем государственных органов [6]. Состояние пожароопасной обстановки отражается в режиме on-line на сайте Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области [3].

Согласно карте распределения природных ресурсов, возможные очаги пожаров могут быть распределены на две зоны: фиолетовая зона - зона возможных промышленных возгораний, светло-фиолетовая - зона маловероятного перекидывания огня при ЧС на промышленных предприятиях и красная зона - зона городской среды со множественными факторами возгораний (рис. 2).

Таким образом, пожаробезопасность - это комплексная проблема региона. Томская область обладает рядом особенностей присущим регионам с развитой промышленностью и богата лесными массивами. В дальнейших исследованиях планируется детальный анализ взаимосвязи транспортной доступности, погодных условий и пожарной опасности на землях лесного фонда по материалам статистики для зонирования территории.

### Литература

1. Новости Томска. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.riatomsk.ru/article/20170221/tomskaya-oblastj-eksperiment-rosleshoza-po-tusheniyu-pozharov/>. Дата обращения: 14.02.2018.
2. Комсомольская правда. ЧС. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.izh.kp.ru/online/news/2378914/>. Дата обращения: 01.02.2018.
3. Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://green.tsu.ru/fires/>. Дата обращения: 10.02.2018.
4. ГОСТ Р 12.3.047-98 - Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля МЕТОД РАСЧЕТА ИНТЕНСИВНОСТИ ТЕПЛОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ВРЕМЕНИ СУЩЕСТВОВАНИЯ «ОГНЕННОГО ШАРА».
5. ГОСТ Р 12.3.047 – 98 «Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля».
6. Оценка риска на промышленном предприятии / Б.С. Иванов, Д.Ю. Богомолов. – Безопасность труда в промышленности, 1999год. – №9 – С. 40 – 42.

**АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННО - ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РУП «МИНСКОЕ ОБЛАСТНОЕ АГЕНТСТВО ПО ГОСУДАРСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ И ЗЕМЕЛЬНОМУ КАДАСТРУ»**

**В.Ю. Тарасова**

Научный руководитель В.В. Северцов

*Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия, г. Горки, Республика Беларусь*

**Введение:** *Экономический анализ* - это метод научного исследования, применяемый для обработки информации о финансово-хозяйственной деятельности хозяйствующих субъектов.

**Цель экономического анализа** - оценка различных параметров деятельности организации. Главное, что исследует экономический анализ - это движение хозяйственных процессов, причины, факторы, влияющие на произошедшие изменения. Таким образом, анализ выступает как один из основных элементов управления предприятием и позволяет получить оценку основных результатов деятельности данного предприятия.

Экономическая деятельность предприятия характеризуется производственными и экономическими показателями, которые показывают доходность предприятия по видам деятельности и в целом.

**Цель работы:** Выполнить анализ производственно-экономической деятельности РУП «Минское областное агентство по государственной регистрации и земельному кадастру».

**Материалы и методика исследования:** В процессе написания данной статьи были проанализированы итоги производственно-экономической деятельности предприятия за 2013-2016 год.

**Результаты исследования и их обсуждения:**

РУП «Минское областное агентство по государственной регистрации и земельному кадастру» осуществляет техническую инвентаризацию, государственную регистрацию и оценку в отношении объектов недвижимого имущества, находящихся на территории Минской области.

Виды основных работ, выполняемых РУП «Минское областное агентство по государственной регистрации и земельному кадастру»:

1. Техническая инвентаризация капитальных строений.
2. Техническая инвентаризация инженерных сооружений.
3. Инвентаризация зеленых насаждений.
4. Полиграфические работы.
5. Проектные работы.
6. Государственная регистрация недвижимого имущества.
7. Работы по землеустройству, топографической съемке.
8. Оценка гражданских прав.
9. Прочие платные услуги [1].

Такие виды работ, как техническая инвентаризация капитальных строений, государственная регистрация недвижимого имущества, а также прочие платные услуги физическим и юридическим лицам приносят наибольшую прибыль предприятию. Наименьшую прибыль предприятию приносят проектные и полиграфические работы. Это видно из таблицы 1.

**Таблица 1**

**Виды работ и их стоимость (2013-2016 гг.)**

Вид работы (услуги)	Стоимость, тыс. руб.			
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Техническая инвентаризация капитальных строений	1576,53	2877,02	2682,98	2661,25
Техническая инвентаризация инженерных сооружений	402,03	378,41	403,2	643,05
Инвентаризация зеленых насаждений	-	-	-	9,71
Полиграфические работы	83,74	14,33	4,16	17,74
Проектные работы	38,02	24,30	34,09	61,53
Государственная регистрация недвижимого имущества	1251,53	1891,33	2354,50	2692,29
Работы по землеустройству, топографической съемке	279,36	274,12	302,03	254,31
Оценка гражданских прав	168,93	193,47	271,53	272,10
Прочие платные услуги	14,16	18,25	14,78	13,88
<i>в том числе:</i>				
физическим лицам	1483,19	2220,49	2562,45	2698,42
юридическим лицам	2331,10	3450,75	3504,65	3927,43

К основным показателям экономической деятельности предприятия относятся такие показатели, как:

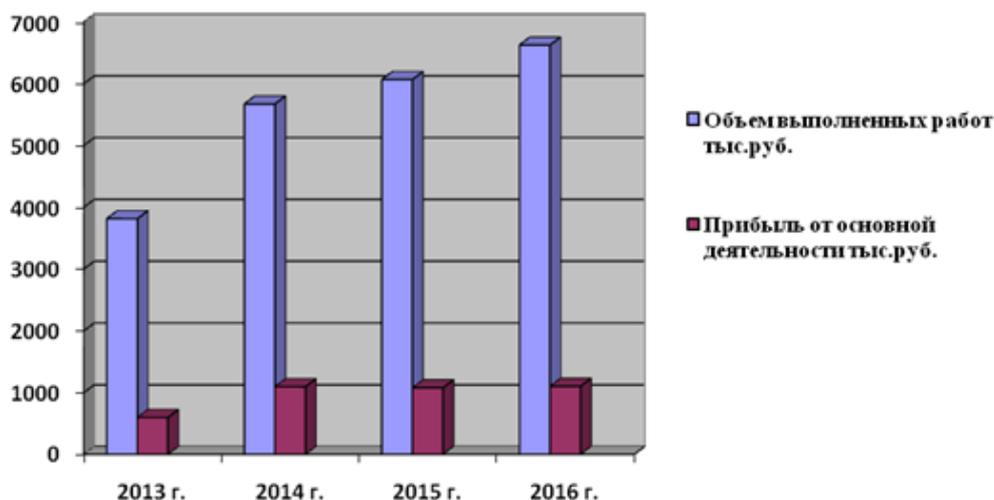
**СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР  
НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ**

- объем выполненных работ;
- прибыль от основной деятельности;
- рентабельность реализации;
- рентабельность продаж;
- среднесписочная численность работающих;
- выработка на одного работника.

Таблица 2

**Показатели экономической деятельности предприятия**

Показатели	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016г.
Объем выполненных работ тыс. руб.	3814,29	5671,24	6067,10	6625,85
Прибыль от основной деятельности тыс. руб.	597,96	1094,00	1077,50	1102,74
Рентабельность реализации	21,2%	27,4%	24,5%	22,7%
Рентабельность продаж	15,7%	19,3%	17,8%	16,6%
Среднесписочная численность работающих	196	207	211	205
Выработка на одного работника	19,46	27,10	28,8	32,3



**Рис. 1 Показатели экономической деятельности предприятия**

Как показывают данные, прибыль от предоставляемых работ (услуг) агентством в 2016 году увеличилась по сравнению с 2013 годом почти в два раза. Данное увеличение обусловлено повышением цен на предоставляемые работы (услуги). Исходя из этого, можно сделать вывод, что РУП «Минское областное агентство по государственной регистрации и земельному кадастру» считается рентабельным.

**Заключение:** На основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что за анализируемый промежуток времени (2013-2016 гг.) все показатели экономической деятельности предприятия изменились в положительную сторону. Также в РУП «Минское областное агентство по государственной регистрации и земельному кадастру» ведется активная работа по государственной регистрации недвижимого имущества и технической инвентаризации капитальных строений.

**Литература**

1. РУП «Минское областное агентство по государственной регистрации и земельному кадастру [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.moa.by/ru>. Дата доступа: 10.01.2018 г.

**ДИНАМИКА СТРУКТУРЫ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Ю. Н. Титкова**

Научный руководитель старший преподаватель А. С. Соколов

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, г. Гомель, Белоруссия*

Гомельская область обладает высоким потенциалом природных ресурсов, среди которых особое место занимают земельные ресурсы. Всего в пределах административных границ Гомельской области насчитывается 4037,2 тыс. га земель (19,4 % площади земель Белоруссии). В структуре землепользования на 1 января 2017 года преобладают лесные земли - 2069,3 тыс. га (23,6 % от площади лесных земель в стране, 1 место) и сельскохозяйственные - 1323,8 тыс. га (15,5 %, 4 место). В структуре сельскохозяйственных земель пахотные занимают 68,8 % (16,1 % всех пахотных земель Беларуси, 3 место среди всех областей), под постоянными культурами 1,1 % (13,6 %, 4 место), луговые земли 29,8 % (9,9 %, 4 место). К другим категориям земель относятся земли под болотами (172,3 тыс. га, 21,3 % всех земель данной категории в стране), под древесно-кустарниковой растительностью (115,5 тыс. га, 14,3 %), под водными объектами (74,4 тыс. га, 16,1 %), под дорогами и иными транспортными коммуникациями (71,2 тыс. га, 18,7 %), под застройкой (59,9 тыс. га, 16,9 %), земли общего пользования (26,4 тыс. га, 18,4 %), неиспользуемые (109,2 тыс. га, 26,9 %), иные (15,2 тыс. га, 17,6 %) [1].

Рассматривая распределение земель по категориям пользователей, можно отметить, что преобладающая доля земель относится к землям организаций, ведущих лесное хозяйство - 1870,3 тыс. га (46,3 %). 1447,5 тыс. га (35,8 %) относятся к землям сельскохозяйственных организаций, 406,4 тыс. га (10,1%) - к землям организаций природоохранного, оздоровительного, рекреационного и историко-культурного назначения.

*Таблица*

*Динамика отдельных категорий земель Гомельской области за 2011 -2017 годы*

Год*	Сельскохозяйственные земли	Пашня	Луга	Постоянные культуры	Лесные земли	Под древесно-кустарниковой растительностью	Под болотами	Под водными объектами	Под дорогами и другими коммуникациями	Земли общего пользования	Под застройкой	Неиспользуемые	Иные
Динамика площади, тыс. га													
2011	1383,9	812,4	552,4	18,1	2014,4	68,9	181,5	80,2	74,6	27,0	60,0	131,4	15,3
2014	-2,1	+1,0	-6,3	-9,4	+0,5	+23,9	+2,1	-0,4	+0,4	-0,4	+2,3	-0,3	-4,6
2017	-4,3	+12,5	-28,6	-16,6	+2,7	+67,6	-5,1	-7,2	-4,6	-2,2	-0,2	-16,9	-0,7
Динамика доли области в общей сумме площадей различных категорий земель в Беларуси, %													
2011	15,6	14,7	17,0	14,8	23,5	12,7	20,8	17,1	19,0	18,4	17,4	30,4	16,7
2014	-0,1	+0,1	+0,1	-1,0	-0,1	+0,2	+0,8	-0,1	-0,1	-0,5	0	+1,4	-0,9
2017	-0,1	+1,4	-2,6	-1,2	+0,1	+1,7	+0,5	-1,0	-0,3	0	-0,5	-3,5	+0,9
Примечание: * для 2011 года указано значение; для 2014 и 2017 годов указано увеличение (+) или уменьшение (-) площади земель данной категории в % по отношению к 2011 году, значения которого приняты за 100 %													

Основные особенности динамики структуры землепользования за период 2011 -2017 годы [1, 2] (таблица 1) заключаются в следующем. Общая площадь сельскохозяйственных земель несколько уменьшилась, при этом в их структуре произошло увеличение площади пахотных земель и существенное уменьшение площади земель, используемых под постоянные культуры, и особенно лугов, для которых она уменьшилась почти на треть, и эта категория характеризуется наибольшими относительными темпами снижения площади среди всех категорий земель. Кроме них значительное снижение относительной площади характерно для неиспользованных земель. Из других категорий устойчивое снижение площади отмечается для земель под водными объектами, земель общего пользования. Максимальное относительное увеличение площади за указанный период характерно для земель под древесно-кустарниковой растительностью (на две трети) и для пашни. Небольшое, но стабильное увеличение площадей характерно для лесных земель. Для таких категорий, как земли под болотами, под дорогами и другими транспортными коммуникациями, под застройкой, отмечена неустойчивая динамика с чередованием уменьшения и увеличения площади.

Кроме того, уже в 2014 году исчезли такие категории, как залежные земли (в 2011 году - 1047 га, из них в Ельском районе 947 га) и нарушенные земли (в 2011 - 21 га). Причём на 2017 год Гомельская область остаётся единственным регионом, не имеющим категории нарушенных земель (в целом в Беларуси их 4,3 тыс. га). Залежные земли остаются только в Могилёвской области.

Изменение доли отдельных категорий земель Гомельской области в общей площади земель соответствующих категорий в Беларуси за 2011 -2017 годы выражается, главным образом, в увеличении доля пашни

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

и земель под древесно-кустарниковой растительностью и уменьшению доли лугов, земель под постоянными культурами и, особенно, неиспользуемых земель.

Сравнение этих величин с показателями для других областей показывает, что Гомельская область лидирует по увеличению доли пашни, и кроме неё её доля увеличилась только в Могилёвской области на небольшую величину 0,2 %. Первые места занимает область и по темпам снижения доли земель под постоянными культурами и лугов - кроме неё доля первых снизилась лишь в Могилёвской области, а вторых - в Могилёвской и Витебской, но на существенно меньшую величину.

Площадь осушаемых земель составила 652,0 тыс. га, из них сельскохозяйственные земли - 497,6 тыс. га (76,3 %). Площадь орошаемых земель составила 4,4 тыс. га, все они относятся к категории сельскохозяйственных земель, из них 3,4 тыс. га - пахотные земли, 1,0 тыс. га - луговые земли. Земли, загрязненные радионуклидами, выбывшие из сельскохозяйственного оборота, занимают 202,7 тыс. га, что составляет 5,0 % земельного фонда области и 82,2 % земель данной категории РБ.

Рассматривая динамику площади сельскохозяйственных земель, находящихся во владении и пользовании сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств за 1990 -2017 годы, необходимо отметить её уменьшение за рассматриваемый период на 8,9 % (120,3 тыс. га). Наиболее интенсивно снижение площади сельскохозяйственных земель продолжалось до 2005 года (к которому снизилось на 8,5 % от уровня 1990 года), затем она стабилизировалась и в дальнейшем характеризовалась лишь небольшими колебаниями. Также до 2005 года падала площадь пашни, к этому году её снижение составило 12,9 % (101,9 тыс. га). Затем площадь пашни стала увеличиваться, и к 2017 году она превзошла уровень 1990 года на 45,9 тыс. га.

Площадь луговых земель за период 1990-2010 годы сократилась незначительно - на 12,2 тыс. га, а затем начала сокращаться быстрыми темпами - в 2017 году она снизилась на 27,9 % (147,9 тыс. га) по сравнению с 2010 годом. Площади под постоянными культурами непрерывно сокращались, уменьшившись в 2017 году на 43,9 % (6,5 тыс. га) по сравнению с 1990 годом. Таким образом, относительные темпы сокращения земель под постоянными культурами значительно превосходят сокращение сельскохозяйственных земель других категорий.

Анализ изменения площадей, орошаемых и осушенных сельскохозяйственных земель за тот же период, показал, что в целом площади осушенных сельскохозяйственных земель изменились незначительно - до 2000 года происходило их увеличение на 2,5 % по сравнению с 1990 годом, затем - постепенное уменьшение до уровня чуть ниже первоначального. Однако структура осушенных сельскохозяйственных земель претерпела существенные изменения.

В 1990 году площадь осушенных лугов превышала площадь осушенной пашни на 116,1 тыс. га. Далее происходило постепенное уменьшение площади осушенных лугов и увеличение пашни, и в 2016 году впервые площадь осушенной пашни превзошла площадь осушенных лугов. По сравнению с 1990 годов увеличение площадей осушенной пашни и уменьшение площади осушенных лугов произошло примерно в 1,3 раза.

Отсутствовавшие в 1990 году осушенные земли под постоянными культурами в 2016 году стали занимать 0,7 тыс. га. Орошаемые земли под постоянными культурами, наоборот, занимая в 1990-2005 году постоянную площадь 0,1 тыс. га, с 2010 года отсутствуют.

Площади орошаемых сельскохозяйственных земель всех типов в 2005 -2010 годах резко снизились и в настоящее время в целом занимают суммарно менее 5 тыс. га.

Площадь особо охраняемых природных территорий на 2015 год составила 299,7 тыс. га [4], увеличившись по сравнению с уровнем 2014 года на 23,9 тыс. га. Относительная доля площади ООПТ составила 7,4 %, что ниже среднереспубликанского показателя на 1,4 % и превосходит показатели лишь Могилёвской области и г. Минска.

### Литература

1. Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь (по состоянию на 1 января 2017 года) / Гос. ком. по имуществу РБ. – Минск, 2017. – 57 с.
2. Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь (по состоянию на 1 января 2014 года) / Гос. ком. по имуществу РБ. – Минск, 2014. – 57 с.
3. Состояние природной среды Беларуси: экол. бюл. 2015 г. – Минск, 2016. – 323 с.

## **РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬ В АГРАРНОМ СЕКТОРЕ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ**

**Д.Р. Трухова**

Научный руководитель доцент Л.В. Ким

*Тихоокеанский Государственный Университет, г. Хабаровск, Россия*

Аграрный сектор Приморского края однозначно имеет особое место среди иных отраслей экономики региона. Определено это тем, что с сельским хозяйством в Приморье так или иначе связано более 240 тысяч человек.

Более того, сельскохозяйственный сектор напрямую оказывает большое влияние в социально-экономическом развитии Приморского края. Во-первых, удовлетворяет потребность населения в необходимых для жизни продуктах питания, а это также связано с состоянием человеческого здоровья, ведь отражает это именно структура питания. Поскольку собственное производство продуктов во множество раз сокращает попадание на прилавки несбалансированного, малокалорийного и низкокачественного питания, выращенного и изготовленного по так называемым высоким технологиям, которое, по сути, и является причиной ухудшения здоровья.

Во-вторых, уровень жизни всего региона зависит от сельскохозяйственного сектора экономики.

Главной проблемой Приморского края является недобросовестность землепользователей.

Арендодатели сдают иностранным гражданам предельно много сельскохозяйственных земель. Поскольку эти люди не собственники, то очень часто оказывается, что арендующие лица совершенно неблагодарно относятся к используемым землям. Проявляется это тем, что данные пользователи используют химикаты, которые впоследствии наносят тяжелый ущерб окружающей среде. А также граждане используют сельскохозяйственные земли не по назначению. К примеру, ведут на данных землях строительство, снимают и продают плодородные слои почвы, после чего остаются лишь земли, абсолютно не пригодные для использования. А иногда люди и вовсе не используют участок на сельскохозяйственной земле, не для какой деятельности. Существует и иная категория людей, которые наживаются на том, что берут в арендное пользование землю по достаточно низкой цене, а затем пересдают другим арендующим лицам по завышенной цене. Или же ждут, когда на неиспользованном участке пройдут федеральные обработки, после чего они получают от государства не малые компенсации.

Существуют и другие аспекты, связанные с сельскохозяйственными землями и их владельцами. Так, например, собственники уходят от ответственности за неиспользование земельных участков, передавая соглашение на права и обязанности другим лицам. Данное действие заставляет государственные органы снять все проверки с нарушителя. А поскольку на земельном участке новый владелец, приходится начинать данную процедуру сначала.

Для решения исходной проблемы, в целях улучшения контроля качества и эффективного рационального использования земельных участков возникает предложение о введении органа государства, который будет производить паспортизацию земель сельхоз назначения. Это позволит рассмотреть состояние земель, их плодородие и изучить потенциал пригодности для выращивания определенной культуры. А также давать рекомендации, необходимые для улучшения их агрохимического состава.

На начало нового посевного сезона в 2016 году Приморский край прочно вышел в лидеры по производству сои, также увеличили посевную площадь под кукурузу. Главная цель при этом создать устойчивую кормовую базу для развития животноводства в крае, чтобы не зависеть от постоянно меняющихся факторов экономики.

Географическое положение края позволяет выходить на такие ёмкие сельскохозяйственные рынки как Китай, Япония, Корея. Именно сельскохозяйственная отрасль позволит России открыть ворота в АТР.

Ассортимент продукции в Приморском крае увеличивается с каждым годом. Государство оказывает поддержку, по программе развития сельского хозяйства в 2017 году выделено 3,3 млрд рублей [5].

2017 год в Приморском крае для сельскохозяйственной деятельности оказался тяжелым из-за паводков. Это повлекло за собой потерю большого количества урожая, поэтому в этом году спрос на продукцию явно превышает предложения.

Тем не менее за последние годы произошёл рост сельскохозяйственного и пищевого производства продукции, это позволило достигнуть повышения уровня самообеспеченности Приморского региона продовольствием.

За счет своих природных ресурсов, Приморский край сможет обеспечить продуктами не только свой регион, но Дальний Восток в целом. Международные санкции позволили развить сельское хозяйство, как в Приморском крае, так и во всей России, это позволило, тем самым «поправить» экономику страны [2].

На Дальнем Востоке суровые природные условия, поэтому для сельского хозяйства характерно:

- функционирование в тяжелых природно-климатических условиях;
- высокие расходы на транспорт и энергетические тарифы, в сравнении с другими регионами.

Приморский край включает в себя:

Сельхозпредприятия разных форм собственности - 177;

Фермерские хозяйства - 957;

Предприятия пищевой и перерабатывающей промышленности - 394;

Личные подсобные хозяйства - 183,3 тысячи [3].

Привлечь инвестиции в аграрный сектор Приморского края значит поспособствовать в развитии агропромышленного комплекса, предоставить возможность привести в порядок землю, сюда же входит коренное улучшение почв, агрохимическое окультивирование, агромелиорация. Совершенствование сельскохозяйственной деятельности приведет к увеличению объемов производства и переработки высококачественной сельскохозяйственной продукции, повышению эффективности экономики и развитию региона в целом [6]. Увеличение выпуска местных сельскохозяйственных продуктов, обеспечение населения Приморья качественной и экологически безопасной продукцией, а также повышение её конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынке появляется благодаря качественной работе с землёй, знанию потенциальной возможности каждого поля, внесению удобрений и средств защиты растения, соблюдению агротехники и технологий [3].

В последние годы структура экспорта Приморского края значительно изменилась: к концу 2016 года объем сельскохозяйственного экспорта из региона значительно увеличился. Объем древесины, черных и цветных металлов, большинство товаров ТЭК, в то время как в 2001 году объемы экспорта продовольственных товаров и сырья, отброшенных объемов экспорта машиностроительной продукции - в 4 раза, продукции лесоматериалов - в 2 раза, топливно-энергетической продукции - в 1,5 раза. В долларовом выражении фермеры Приморья увеличили экспорт сельскохозяйственной продукции более чем в 8 раз за последние 16 лет [4].

В 2015 году Приморский край стал лидером по импортозамещению сельскохозяйственной продукции среди всех регионов Дальнего Востока. Постепенно выполняя программу продовольственной безопасности, сельскохозяйственные предприятия Приморья сегодня экспортируют в страны Азиатско-Тихоокеанского региона сахар, яйца, мясные продукты (свинина, говядина, мясо лошади, оленина, ягненок, мясо яков, олени, мраморное мясо), домашняя птица (курица, гуси, индюки), молоко и молочные продукты, зерно (кукуруза, пшеница), соя и корм для риса.

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

Сельское хозяйство становится очень перспективным направлением развития межрегионального сотрудничества в Азиатско-Тихоокеанском регионе. Азиатские партнеры обращают свое внимание на сельскохозяйственный сектор и сельскохозяйственное производство на территории Приморья по нескольким причинам.

Во-первых, впечатляющий сельскохозяйственный потенциал Приморского края, наследие, унаследованное от советской системы колхозов.

Во-вторых, экологически чистые продукты, производимые фермерами приморья, пользуются спросом на азиатско-тихоокеанском рынке.

В-третьих, удешевление российской валюты в течение двух лет более чем в два раза. Это позволяет российским сельскохозяйственным компаниям привлекать иностранных инвесторов для снижения цены своих активов в долларовом выражении без потери значительной прибыли.

В-четвертых, формирование Свободного порта Владивостока и территорий приоритетного развития в Приморском крае. Формирование областей льготного налогообложения, упрощенные процедуры государственной регистрации, связи, связанные с сайтами, является большой мотивацией для инвестиций в этот регион [1].

Россия должна внедрять маркетинговые программы в Азиатско-Тихоокеанском регионе. Наиболее эффективными и подходящими для инвестиций в Приморский край являются не портфельные, а создание совместных предприятий. Для устойчивого развития сектора необходимо развивать инфраструктуру, чтобы в будущем она стала конкурентным преимуществом в привлечении портфельных инвестиций. Необходимо учиться на опыте Центральных регионов России и создавать специальные службы правовой и технической поддержки для инвесторов. Правительству штата и властям региона следует установить двустороннее (межрегиональное) отношение в области поставок сельскохозяйственной продукции из тех стран, экономика которых не строится полностью на рыночных принципах. Китай с его смешанной экономикой, Северная Корея, которая имеет централизованную экономику.

Кроме того, региональные власти, деловые круги, высшие и средние профессиональные институты должны работать над имиджем Приморского сельского хозяйства в регионе и значительно продвигать профессию фермера. Наконец, регион должен также увеличить экономический потенциал отрасли. В рыночной экономике для ее дальнейшего прогрессивного развития недопустимо, чтобы половина всех сельскохозяйственных товаров производилась самим населением. Поэтому в заключение необходимо увеличить количество сельскохозяйственных организаций, а также фермерских хозяйств в регионе, принять программы продвижения фермеров и поддержать их как на региональном, так и на федеральном уровнях. После принятия этих мер позиция рынка сельскохозяйственной продукции Приморья в странах Азиатско-Тихоокеанского региона и спрос в регионе будут устойчивыми.

### Литература

1. Вологин И.С, Трансакционные издержки в системе АПК Приморского края: особенности и измерение в процессе реализации сельскохозяйственной продукции [Текст] / И. С. Вологин. – Уссурийск: Прим. ГСХА, 2013. – 164 с.
2. Жуплей И. В, Методика анализа эффективности сельскохозяйственных предприятий различных организационно-правовых форм: регионально-прикладной продукт // Известия Дальневосточного федерального университета. И. В. Жуплей, Ю. Д. Шмидт Экономика и управление. -Владивосток, 2013. – №2. – С. 3 – 15.
3. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации: официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mcx.ru>
4. Пути увеличения производства зерна пшеницы в условиях Приморского края // Зерновое хоз-во России. – 2014. – № 3. – С. 41 – 45.
5. Территориальный орган федеральной службы государственной статистики по Приморскому краю официальный сайт [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://primstat.gks.ru/>
6. Чайка, Н. В. Агропромышленный комплекс Приморского края: проблемы и основные направления эффективного развития/ Приморский НИИСХ / Н.В. Чайка, Ю.С. Капустин. – 2008г. – С.24 – 26.

### **ПОДХОДЫ К ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВУ ТЕРРИТОРИИ, ЗАНЯТЫХ ДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТЬЮ НА ПРИМЕРЕ П.ШЕРЕГЕШ**

**А.А. ТЫРГАНОВА**

Научный руководитель доцент Н.В. Кончакова

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия**

Шерегеш является одним из крупнейших курортов Сибири и популярнейшим горнолыжным центром страны. Горная Шория входит в состав Алтае-Саянского экорегиона. Но на данный момент структура промышленности поселка Шерегеш носит в основном моноотраслевой характер с преобладанием доли горнорудной отрасли, составляющей около 80 %.

Эксплуатация Шерегешевского железорудного месторождения начата в 1953 году открытыми горными работами, а после 1960 года - подземным способом. Интенсивная разработка месторождений полезных ископаемых сопровождается экологическим воздействием горных работ на природную среду. В процессе производства металлургического сырья на территории горного отвода действующих рудников по добыче и переработке железной руды сформированы значительные по своим объемам отвалы.

Разработанными методиками комплексной оценки отвалов установлено, что лежалые отходы обогащения железной руды прошлых лет представляют собой техногенные запасы минерального сырья, сохранившего основные

магнитные свойства для производства концентрата методами сухой и мокрой магнитной сепарации. Аналитические исследования проб железорудных отвалов региона осуществлялись в аккредитованном Западно-Сибирском испытательном центре и аналитической лаборатории СО РАН. Промышленные эксперименты по обогащению представительных технологических проб проводились на рудничных дробильно-обогащительных фабриках [1].

Результаты проведенных геофизических измерений, технологического картирования и камеральная обработка проб лежалых отходов позволяют высоко оценить потенциал техногенных железорудных образований рудников и фабрик сибирского региона. В сформированных к настоящему времени отвалах техногенных образований присутствуют многие полезные элементы (Fe, Co, Au, Ag и др.), представляющие промышленный интерес для повторной переработки сырья из отходов горнорудного производства.

Исследованиями установлено, что использование техногенного минерального сырья на горнорудных объектах является достаточно эффективным и соизмеримо по экономическим показателям с переработкой полезных ископаемых, извлекаемых непосредственно при разработке природных (геогенных) месторождений. Промышленная ценность техногенных образований обязательно должна учитывать экологическую составляющую - предотвращаемый ущерб окружающей среде, наносимый сбросами и выбросами вредных компонентов и соединений в атмосферу. Не менее важным экономическим и социальным фактором переработки отвалов является возврат рекультивированных земель в народнохозяйственный оборот особенно в черноземных и рекреационных зонах [2].

Необходимость переработки отвалов и рекультивации нарушенных земель также диктуется тем, что отвалы находятся в Горной Шории - развивающимся российским и региональным центром горнолыжного спорта. Наиболее значимый интерес для бизнеса имеют отвалы, образовавшиеся при отработке Шерегешевского месторождений, в которых сосредоточено более 20 млн. т отходов обогащения с содержанием железа в них до 20%. Техногенные образования Шерегешского рудника являются наиболее крупными и представлены отходами обогащения руд, переработанных свыше 30 лет назад. Диапазон изменений содержания железа в верхнем слое составляет 10-30%. Больше железа общего (свыше 20-30%) и магнетитового (свыше 11%) в мелких классах 0-6 мм, объем которых около 20%. В диапазоне фракций 0-15 мм с объемом в 50% уровень железа свыше 15%. В отвалах существуют значительные по размерам зоны минерального сырья с высоким содержанием железа, достигающим 18-22 % и реже - до 35 %. Из других полезных элементов в отходах присутствуют Mn=1.1%, Cu=0.03%, Zn=0.09%, Co=0.005% [3].

В практическом отношении наибольший интерес представляет извлечение из отвалов железорудного концентрата и попутное производство фракционированного щебня для строительных работ.

Проведенные на Шерегешском руднике промышленные испытания четырех технологических проб по переработке отходов отвала «Феофановский» на действующей дробильно-обогащительной фабрике с обогащением исходного материала на магнитных сепараторах позволили получить первичный железорудный концентрат [5].

Таблица

Результаты обогащения отходов на Шерегешской фабрике

Сепаратор	№№ пробы	Исходный продукт		Концентрат				Отходы обогащения	
		Fe <sub>общ.</sub> , %	Fe <sub>магн.</sub> , %	Fe <sub>общ.</sub> , %	Fe <sub>магн.</sub> , %	Выход, %	Извлечение, %	Fe <sub>общ.</sub> , %	Fe <sub>магн.</sub> , %
1	1	15,9	8,9	36,4	30,3	22,9	52,4	9,8	3,9
	2	15,8	9,2	36,9	30,0	19,2	44,8	10,8	2,9
	среднее	15,8	9,1	36,7	30,2	20,8	48,3	10,3	3,4
2	1	15,3	9,3	36,8	31,3	22,7	54,6	9,0	1,8
	2	17,3	10,7	33,4	27,8	31,8	61,4	9,8	2,3
	среднее	16,3	10,0	35,1	29,6	26,8	57,7	9,4	2,1

В производственных условиях из отходов обогащения прошлых лет получен промпродукт - первичный железорудный концентрат с содержанием Feобщ до 36,9%. Средний выход концентрата на первом сепараторе составил 20,8%, а извлечение - 48,3%. При переработке исходного материала на втором сепараторе получен концентрат с содержанием Feобщ. до 36,8% и извлечением до 61,4%. Средний выход концентрата при переработке двух технологических проб составил 26,8%. Себестоимость производства одной тонны концентрата из отходов обогащительного производства на действующей фабрике составила 90 рублей. Фактическая себестоимость производства первичного железорудного концентрата (Fe=41%), произведенного из сырой руды (Fe=26,4%) и добытой шахтным способом Шерегешским рудником за 2007 год составила 523 руб./т. Себестоимость концентрата (Fe=36,8%) Тейского рудника с открытым способом добычи составляет 450 руб./т [4].

Таким образом, технико-экономическая эффективность переработки железорудных отвалов очевидна. Переработка отвалов только в границах горного отвода Шерегешского рудника вернет Горной Шории и региону более 50 Га рекультивированных земель. Исследования отвалов других рудников Сибири показывают идентичность их качественных показателей и позволяют с достаточной мерой достоверности интерпретировать полученные результаты по извлечению железа на одном отвальном объекте к другим.

#### Литература

1. Дорогунцова Н.П. Совершенствование использования природных и вторичных минеральных ресурсов на основе диверсификации деятельности добывающего предприятия - Новосибирск, 2006. – 22 с.

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

2. Калугин, А.С. Железорудные месторождения Сибири / А.С. Калугин, Т.С. Калугина, В.И. Иванов и др. Новосибирск. - Наука. –1981. – 238 с.
3. Райский, П.И. О распределении компонентов в магнетитовых рудах месторождений Шерегеш, Шалым и Таштагол / П.И. Райский // Геология и геофизика, –1965. № 12. – С. 14 – 17
4. Филиппов П.А., Усков В.А., Фрейдин А.М. Перспективы переработки техногенного сырья на Шерегешском руднике. В сб. «Научно-технические технологии добычи и переработки полезных ископаемых. - Новосибирск: ИГД СО РАН, 2003. – С. 164 – 166.
5. Филиппов, П.А. Перспективы освоения новых видов сырья в районе Шерегешского рудника / П. А. Филиппов, А.В. Дорогунцов, В.В. Дорогунцов // Вестник КузГТУ. 2001. – № 6. – С. 52 –53.

### **ВЛИЯНИЕ АВТОМОБИЛИЗАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ НА РАЗВИТИЕ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ГОРОДА ТОМСКА**

**Э.С. Усеинова**

Научный руководитель доцент В.А. Базавлук

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В конце 20 века в городах России возникли серьезные транспортные проблемы, проявившиеся на улицах городов в виде многокилометровых пробок и заторов автомобилей [4].

Как и другие города бывшего Советского Союза, Томск застраивался согласно положениям генерального плана, разработанным по нормам и правилами, где улично-дорожная сеть формировалась стихийно и из условий нормированного удельного числа автомобилей, по которым на 1000 жителей приходилось не более 180 автомобилей. На современном уровне автомобилизации удельное число автомобилей составляет от 300 до 400 единиц [2]. Возникло неравномерное распределение автотранспорта на уличной сети, в силу концентрации рабочих мест и объектов сферы обслуживания в центральной части города, как например, магазинов, офисов, где в транспортных потоках, привлекающее к сосредоточению дополнительного числа легковых, грузовых автомобилей и средств общественного транспорта. Фрагмент транспортной схемы и общественно-делового центра города Томска приведены на рисунке 1 [3].



*Рис. 1 Фрагмент транспортной схемы и общественно - делового центра города Томска*

 - территория общественно-делового центра г. Томска;  
 - улично-дорожная сеть центральной части города

В целом, заторы и «пробки» транспортных средств возникают на улично-дорожной сети города по двум основным причинам:

- несоответствие площадей земельных участков, отведенных под улицы города, числу нарастающего количества автомобилей;
- в транспортной схеме генерального плана города не учтен прирост числа автомобилей к приросту материально обеспеченного числа городского населения.

Эти причины должны быть учтены на этапе прогнозного проектирования улично-дорожной сети или в процессе ее модернизации. Для предвидения возникновения транспортных проблем на улицах города также должны быть учтены перспективы роста численности автомобилей и населения во взаимосвязке.

До 1990 года в нашей стране, бывшем социалистическом государстве, действовала плановая система хозяйствования, учитывающая, в том числе, прогнозный прирост числа автомобилей на перспективу, с планируемым годовым коэффициентом прироста равным 4% [СНиП 2.05.02-85\*].

В то время уровень автомобилизации населения был недостаточным. Все внутригородские пассажирские и грузовые перевозки осуществлялись в основном на общественном транспорте. С реформированием государственного строя прогнозные решения советского времени не стали соответствовать требованиям переходного периода.

В постсоветский период рост уровня автомобилизации привел к возникновению проблем технического характера, таких как: нехватка количества полос движения на проезжей части улиц и машиномест для стоянок и парковок автомобилей, как в центре города, так и в жилых массивах. Возникло противоречие между отводимыми

площадями для улиц в общей планировке города из расчета 200 авт./1000 чел. по нормам СНиП 2.07.01-89\* и площадям, исходя из 300 авт./1000 чел. по нормам СП 42.13330.2011. Динамика удельного прироста личных автомобилей за три периода: советский, постсоветский и прогнозируемый с 1990 по 2021 годы, приведена на рисунке 2.

В ходе анализа статистических данных за период с 1990 по 2017 годы установлено, что ход удельного прироста личных автомобилей в Томске подчиняется экспоненциальной зависимости вида:

$$y = ae^{x-1},$$

Данное уравнение справедливо при численном значении коэффициента детерминации  $R^2$ , равного 0,9819, что близко к единице и это дает возможность применить данную модель для прогнозирования удельного прироста числа автомобилей [1]. В исследовании все расчеты прогнозных показателей проводились на основе экстраполяции данных прошлого в будущее и методом регрессионного анализа в программе Excel.

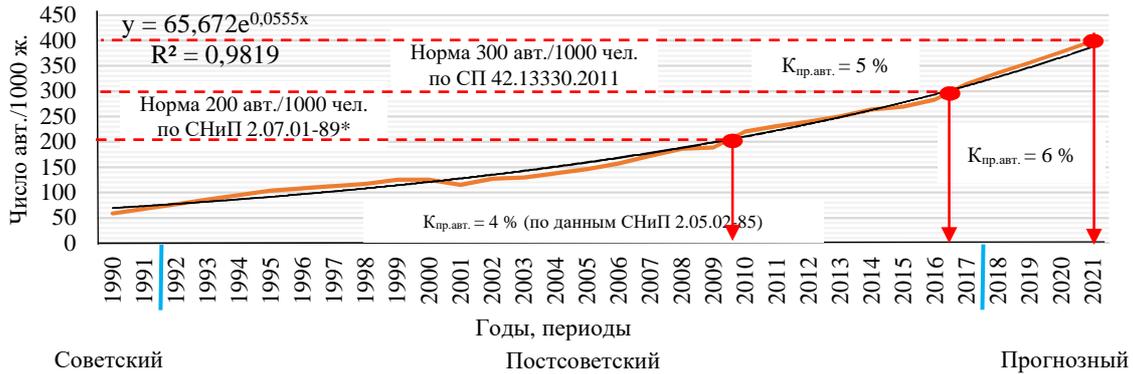


Рис. 2 Динамика удельного прироста числа автомобилей (по данным Росстата и МВД России)

— фактический ход прироста числа автомобилей;  
 — линия тренда;

$K_{пр.авт.}$  - коэффициент ежегодного прироста автомобилей;

В результате обработки материала была получена математическая зависимость  $y=65,672e^{0,0555x}$  с доверительным интервалом в пределах  $6,38 \leq a \leq 7,83$ .

Результаты математической обработки статистических данных позволили оценить фактический прирост личных автомобилей томичей по периодам: советский, постсоветский, прогнозный. Для каждого из этих периодов коэффициент прироста личных автомобилей изменился от 4 % в год для советского периода и в постсоветский период до 5 %. Прогнозный прирост автомобилей до 2021 года предлагается определять по формуле 2.

$$K_{пр.авт.} = \frac{a - b}{b} \times 100 \% \quad 2,$$

где  $a$  и  $b$ , соответственно, конечное и начальное значение числа автомобилей в личном пользовании.

Прогноз на пятилетний перспективу при соотношении прогнозных параметров 2,5:1 показывает, что темп уровня автомобилизации населения города неуклонно будет расти до предельного расчетного уровня 400 авт./1000 чел. к 2021 г. (в будущем и более), что может привести к очередной перегруженности городских улиц с образованием заторов.

Перегруженность улично-дорожной сети города транспортными средствами сопровождается следующими негативными ситуациями:

1. Чрезмерным загрязнением окружающей среды отработавшими газами; 2. Ростом числа дорожно-транспортных происшествий; 3. Снижением скорости перемещения пассажиров и грузов; 4. Дорожными заторами, приводящих к значительным потерям рабочего и свободного времени; 5. Неэффективному расходованию топлива; 6. Ухудшением безопасности, комфортности жизни населения; 7. Ухудшением экологической ситуации в Томске; 8. Внушительными денежными потерями граждан.

В последние годы, на улицах Томска прогнозируется снижение средней скорости движения транспортных средств в потоках. По данным СМИ, разрешенная скорость движения транспортного потока на улицах города в 2018 году может быть снижена с 60 км/ч до 40 км/ч. Сравнительные анализы данных по выбросу вредных компонентов отработанных газов на пониженных скоростях движения, будет сопровождаться повышенным выбросом окиси углерода и углеводородов, особенно на холостом ходу, в тоже время повысится безопасность дорожного движения [5].

Рациональные планировочные решения улично-дорожной сети города Томска должны реализовываться через комплексное решение возникших транспортных проблем и привести к сокращению времени для поездок пассажиров, количества дорожно-транспортных происшествий, увеличению скорости сообщения, ликвидации транспортных заторов, что требует новых планировочных решений территории города Томска.

Литература

1. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебн. пособие для вузов. – М.: Высш. шк., 2002. – 479 с.
2. Немчинов М.В. Транспортный кризис городов // Журнал «Транспортное строительство» – Москва, 2015. – № 05. – С. 19 – 21.
3. Фишельсон. М.С. Городские пути сообщения [текст]: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1980. – 296 с.
4. Штопор для пробки. А. Морозов // За рулем. – 2006. – № 5 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.zr.ru/articles/47735/>.
5. Perspektiven und Bilanz einer künftigen Mobilität /Zeiling Ralf E. [Text] // Strasse und Verkehr. –1988. – № 9. – С. 579 – 580.

**АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ И РЕЗУЛЬТАТОВ ПОИСКА ПЛОЩАДОК ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ  
СООРУЖЕНИЙ СВЯЗИ**

**А.В. Файт**

Научный руководитель старший преподаватель М.В. Козина

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Сотовая связь является наиболее современной и стремительно развивающейся областью телекоммуникаций. Название «сотовая» появилось от того, что территория, обеспечиваемая связью, разделяется на обособленные соты (ячейки). Сеть сотовой связи состоит из двух подсистем: подсистема базовых станций и подсистема коммутаций. Основными элементами подсистемы базовых станций являются сами базовые станции. Базовые станции и создают соты, как правило, одна базовая станция обслуживает три соты [1]. Самым основным местом размещения базовых станций являются антенно-мачтовые сооружения связи. Из-за плотной застройки городов и большого наличия коммуникаций, препятствующих строительству антенно-мачтовых сооружений на земле, базовые станции на городских территориях чаще размещают на кровле зданий. Помимо размещения базовых станций на земле и зданиях, существуют и мобильные базовые станции, размещаемые на грузовых автомобилях. Мобильные варианты базовых станций используют для военных целей, в местах массового скопления людей и при стихийных бедствиях. Перечисленные выше варианты размещения базовых станций сотовой связи представлены на рисунках 1, 2 и 3.



*Рис. 1 Антенно-мачтовое сооружение связи*



*Рис. 2 Базовая станция на кровле здания*



*Рис. 3 Мобильная базовая станция*

Операторы сотовой связи осуществляют поиск площадок для размещения сооружений связи своими силами, создавая специальные структурные подразделения, а также привлекая сторонние организации, специализирующиеся на предоставлении кадастровых услуг.

Российская Федерация обладает огромнейшей территорией. В целях предоставления качественных услуг сотовой связи и интернета, крупные операторы планируют расположение сооружений связи на 20-30 лет вперед. В зависимости от потребностей и возможностей компании, ее структурными подразделениями определяются центры зон поиска площадок для размещения сооружений связи. Заказы со всеми условиями и параметрами поиска каждой площадки передаются исполнителю.

Поиск вариантов размещения сооружений связи производится с помощью геоинформационных систем, а также при непосредственном выезде на местность. Начало поиска площадок для сооружений связи осуществляется с заказа кадастровых планов территории, подбора документов территориального планирования и градостроительного зонирования на зоны, в которых необходимо осуществить поиска.

Поиск и подбор площадок для размещения можно осуществить, используя два варианта геоинформационных систем отдельно, либо успешно комбинируя их, так как возможности и тех и других дополняют друг друга. Первый вариант - это использование программы Google Earth Pro [3] и ресурса Публичная кадастровая карта [4]. С помощью программы Google Earth Pro мы можем подобрать варианты площадок, проанализировав условия местности, значительные перепады рельефа, а в развитых населенных пунктах, воспользовавшись операцией «просмотр улиц» и проехать по дорогам, увидев через фото все условия для предполагаемого размещения

сооружений связи. Затем, с помощью Публичной кадастровой карты находим варианты, подобранные ранее, производим анализ относительно кадастрового деления территории и правовой принадлежности участков, на которых планируется разместить сооружения связи. Второй вариант - это выполнение аналогичной работы выполняющейся при использовании программы Google Earth Pro и ресурса Публичная кадастровая карта с помощью программы SASPlanet [5]. Использование данной программы увеличит скорость первичного поиска возможных вариантов, так как работа будет производиться только в ней. Удобство использования данной программы заключается в том, что одним кликом мышки на снимке местности можно отобразить графическую часть Публичной кадастровой карты. Использование SASPlanet позволяет увеличить возможность подбора качественного снимка местности, так как она работает не только со снимками Google, но и Yandex и Bing. Минусом программы SASPlanet является отсутствие функции «просмотр улиц», а использование данной функции в программе Google Earth Pro оказывается очень полезным. Также мы не сможем выбрать объект кадастрового деления и получить первичную информацию о нем, просто кликнув на него мышкой как при использовании Публичной кадастровой карты.

Перед подбором вариантов площадок для сооружений связи можно обратиться за помощью в администрации населенных пунктов, в которых производится поиск. Многие из администраций, особенно небольших населенных пунктов, готовы к совместному подбору площадки в обозначенной зоне поиска и помогают определиться с местом. Данное взаимодействие экономит временные затраты на поиск, а также во много раз увеличивает шансы при дальнейшем заключении договорных отношений или получении разрешения на использование земельного участка.

Необходимые документы территориального планирования и градостроительного зонирования не всегда можно найти в наличии и в актуальной редакции на сайтах администраций. Для поиска данных документов можно воспользоваться Федеральной государственной информационной системой территориального планирования [2]. С помощью данной системы активный пользователь интернета может без прохождения регистрации и особых трудностей при поиске, скачать необходимый документ.

По окончании поиска вариантов и проведении внутренних согласований дальнейшее оформление земельного участка или части земельного участка и заключение договорных отношений может происходить следующими способами:

1. Образование земельного участка из земель, находящихся в государственной и муниципальной собственности, заключение договора аренды на образованный земельный участок.
2. Заключение соглашения об установлении сервитута в отношении земельного участка, находящегося в государственной и муниципальной собственности.
3. Заключение соглашения об установлении сервитута в отношении земельного участка, находящегося в частной собственности физических и юридических лиц.
4. Получение разрешения на размещение объекта в соответствии с утвержденным перечнем видов объектов, размещение которых может осуществляться на землях или земельных участках, находящихся в государственной или муниципальной собственности, без предоставления земельных участков и установления сервитута.

Из вышеперечисленных вариантов первые три являются наиболее распространенными и надежными способами оформления земельного участка или части земельного участка для строительства антенно-мачтовых сооружений связи. Однако они возможны при отчислении платы за время использования земельного участка или части земельного участка. И применимы только в тех случаях, когда вид разрешенного использования для сооружений связи, состоит в перечне основных видов разрешенного использования градостроительного регламента для территориальной зоны, в которой планируется строительство сооружения связи. Конечно, несоответствие вида разрешенного использования не исключает возможности строительства и заключения договорных отношений, именно в соответствии с данными тремя способами, так как можно внести изменения в документы территориального планирования и градостроительного зонирования. Но процедуры по внесению изменений требуют значительных временных и финансовых затрат, что не во всех случаях устраивает компании операторов сотовой связи.

В случаях, когда площадка для сооружения связи не попадает в территориальную зону с подходящими видами разрешенного использования, возможно использование четвертого способа. В соответствии с примечанием 2 приложения к Приказу Министерства экономического развития Российской Федерации от 01.09.2014 г. № 540 «Об утверждении классификатора видов разрешенного использования земельных участков» (с изменениями, внесенными Приказом Минэкономразвития России от 30.09.2015 г. № 709), размещение и эксплуатация антенно-мачтовых сооружений допускается без отдельного указания в классификаторе видов разрешенного использования. Использование данного способа является самым быстрым и менее затратным из перечисленных выше. Так как после получения разрешения на размещение объекта можно сразу осуществить строительство и эксплуатацию сооружения связи. Размещение объекта осуществляется без платы на весь срок, указанный в разрешении на размещение объекта. Однако данный способ не дает гарантии, что сооружение связи сможет функционировать весь срок, указанный в разрешении на размещение объекта, так как в нормативно-правовых актах, регламентирующих данный способ, содержатся и основания для преждевременного окончания срока действия разрешения на размещение объекта.

#### Литература

1. Сотовая связь. Celnet: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://celnet.ru/osnovy.php>. Дата обращения: 23.12.2017.
2. Федеральная государственная информационная система территориального планирования. ФГИС ТП [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fgis.economy.gov.ru/fgis/>.
3. Google Earth Pro. Google Earth Pro. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://google-earth-pro.ru.uptodown.com/windows>. Дата обращения: 23.12.2017.

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

4. Публичная кадастровая карта. Публичная кадастровая карта: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pkk5.rosreestr.ru>. Дата обращения: 23.12.2017.
5. SAS. Планета. SASGIS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sasgis.org/sasplaneta/>. Дата обращения: 23.12.2017.

### **ПРИМЕНЕНИЕ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ И МОДЕЛЕЙ В ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВЕ**

**Д.А. Хабаров**

*Московский государственный университет геодезии и картографии, г. Москва, Россия*

Хорошо известно, что в настоящее время роль математических методов в землеустройстве возрастает. Одной из наиболее важных социально-экономических проблем является повышение эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения. Ее решению способствует применение математических, в том числе многофакторных моделей при управлении земельными ресурсами. Такие модели позволяют не только описывать процесс использования земель, но и давать точный прогноз на основе фактических данных. Современные тенденции исследований и разработок в области планирования и прогнозирования использования земель таковы, что все более востребованным становится применение в этой области методов математического моделирования. Этому способствует рост многообразия количественных и качественных факторов, подлежащих учету при оценке эффективности использования земель, в том числе факторов, отражающих региональные особенности. Одним из наиболее удобных и перспективных подходов к построению математических моделей для решения задач землепользования является подход, базирующийся на многофакторном регрессионном анализе эффективности использования земель. В числе требований, предъявляемых к регрессионным моделям, необходимо отметить возможность использования модели для прогнозирования [3].

Основные этапы построения регрессионной модели:

- проведение предварительного исследования (на данном этапе описывается суть анализируемой проблемы, исследуется рынок акций);
- формирование перечня факторов (как количественных, так и качественных);
- формирование таблицы исходных данных (в данную таблицу включаются количественно измеримые факторы);
- отбор итоговых факторов при помощи проведения корреляционного анализа;
- построение уравнения регрессии (зависимости итоговой величины от совокупности анализируемых факторов);
- проведение прогноза (осуществление краткосрочных, среднесрочных и долгосрочных прогнозов).

Общий вид модели регрессии  $R$  будет иметь вид:  $R = \sum c_i \times x_i$ , где  $c$  - полученные коэффициенты регрессии, а  $x$  - значения отобранных факторов. Само уравнение регрессии будет выглядеть так:  $y = m_0 + m_1 \times x_1 + m_2 \times x_2 + \dots + m_n \times x_n$ , где  $y$  - исследуемая величина,  $m$  - коэффициенты регрессии,  $x$  - отобранные факторы, влияющие на исследуемую величину. В уравнение регрессии могут включаться лишь количественно измеримые факторы.

Оценка земель сельскохозяйственного назначения делается на основании данных о фактической урожайности сельскохозяйственных культур, сенокосов, производительности пастбищ, насаждений, структуре земель для посева. Подобное уравнение регрессии имеет большую практическую ценность и для овощеводов, и для администрации всех субъектов Российской Федерации. Благодаря построению многофакторной модели возможно прогнозировать изменение валового сбора овощей, корректировать посевные площади, условия выращивания для увеличения валового сбора овощей. Такой способ применения многофакторной модели уникален тем, что может рассматривать разные классификации факторов, например, экологические, экономические, социальные и другие. Благодаря эффективному использованию земель становится возможным развивать сельскохозяйственную отрасль. В последние десятилетия глобальные изменения окружающей среды одной из самых актуальных областей интенсивных исследований на международном уровне. История землепользования показывает, что городские районы являются наиболее динамичными местами на поверхности Земли. Несмотря на колоссальное региональное экономическое значение городов, следует учитывать, что рост городов оказывает значительное негативное воздействие на окружающую экосистему. В первую очередь, это касается процесса конверсии землепользования (перехода земель из одной категории в иную) - динамичного, широкомасштабного процесса, стимулирующего антропогенные факторы, которые в значительной степени влияют на природные экосистемы, приводя к повышению уровня их урбанизации.

Модели процесса любых изменений в землепользовании делятся на две группы: модели, основанные на регрессии, и модели, основанные на пространственных переходах. Из всех существующих моделей Марковская модель наиболее широко использовалась для моделирования перехода земель из одной категории в другую. Приведем примеры массовых случаев перевода земель из одной категории в другую: перевод земель всех категорий в земли населённых пунктов при изменении границ (расширении) населённых пунктов (пример: «Новая Москва»); перевод земель с.-х. назначения и земель лесного фонда в земли промышленности, транспорта и иного специального назначения при строительстве дорог (автомобильных, железных и пр.); перевод земель лесного фонда в земли с.-х. назначения при т.н. «дачной амнистии». Реже встречается перевод сельскохозяйственных земель в состав земель лесного фонда вследствие зарастания лесом неиспользуемых сельхозугодий, владельцы которых скончались, не оставив наследников, и эти земли перешли в государственную собственность (второй вариант: эти участки были изъяты в пользу государства и переведены в категорию земель лесного фонда при живых владельцах согласно

Земельному кодексу в случае неиспользования этих участков по целевому назначению в течение трёх лет и более). Возможен перевод земель разных категорий в земли особо охраняемых природных территорий при создании новых заповедников, национальных парков, биосферных заповедников (как правило, один случай на несколько лет). В состав земель водного фонда могут быть включены земли иных категорий при изменении русел рек, при подъёме уровней морей и озёр (как пример, Каспийское море), при создании водохранилищ [2]. Применимость и осуществимость Марковской модели были подтверждены во многих научных статьях, а результаты ее применения согласуются с экспериментальными данными. Использование цепей Маркова является одним из основных способов изучения долговременной динамики ландшафтов. Построение цепей Маркова в ландшафтной экологии производится на основе данных дистанционного зондирования Земли (аэро- и космические снимки). Для построения Марковской модели необходимо следующее:

- классификация состояний системы (стадии сукцессии, формы землепользования);
- данные для определения переходных вероятностей или скоростей, с которыми состояния переходят со временем из одной категории классификации в иную;
- данные о начальных условиях, которые сложились в конкретный период времени.

Структура ландшафтного покрова имеет важное экологическое значение, так как влияет на хозяйственное освоение территорий, имеет существенное значение для поддержания биоразнообразия и экосистемных услуг, связана с устойчивостью экосистем. Цепи Маркова являются удобным инструментом для моделирования перехода земель из одной категории в иную, когда изменения и процессы в ландшафте носят стохастический характер. Марковский процесс - это процесс, в котором будущее состояние системы может быть смоделировано непосредственно на основе предшествующего состояния. Подобное достигается путем вычисления матрицы вероятности перехода изменения в землепользовании с одного временного периода на другой. Такая матрица показывает характер изменений, и в то же время служит основой для прогнозирования на более удаленный период времени [1]. Марковская модель обобщает стохастический процесс с независимыми значениями и может быть сформулирована следующим образом:

- конверсию видов землепользования возможно охарактеризовать взаимоисключающими состоянием;
  - землепользования, которые покрывают полный спектр изменений в землепользовании;
  - выполняется допущение Маркова: вероятности перехода из одного состояния в другое зависят только от текущего состояния и не зависят от предыдущих;
- однородность: вероятности перехода из одного состояния в другое не зависят от времени.

Преобразование одного состояния в другое состояние системы называется переходом состояния. Если  $P$  - вероятность преобразования текущего состояния в другое состояние в следующий момент времени, то ее матричное представление выглядит так:

$$P = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1r} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{r1} & P_{r2} & \dots & P_{rr} \end{bmatrix},$$

где  $P_{ij}$  обозначает вероятность перехода от состояния  $i$  до состояния  $j$ . Данное уравнение должно удовлетворять 2-м условиям:

$$\sum_{j=1}^n P_{ij} = 1;$$

$$0 \leq P_{ij} \leq 1.$$

Ключевым шагом Марковской модели является получение первичной матрицы  $P_{(0)}$  и матрицы вероятностей перехода  $P_{(ij)}$ . Тогда модель прогноза Маркова выглядит следующим образом:  $P_{(n)} = P_{(n-1)} * P_{ij} = P_{(0)} * P_{ij}^n$ , где  $P_{(n)}$  - вероятность состояния в любое время,  $P_{(0)}$  - первичная матрица,  $P_{(n-1)}$  - первичная матрица предшествующего состояния,  $P_{(ij)}$  - элемент матрицы вероятности перехода.

Основным недостатком прогноза при построении Марковской модели является то, что он не учитывает возможные катастрофические события как природного, так и социального генезиса.

#### Литература

1. Кемени Дж., Снелл Дж. Конечные цепи Маркова. – М.: Наука, 1970. – 272 с.
2. Хабаров Д.А., Сизов А.П. Использование динамики баланса земель Российской Федерации для анализа их средоформирующих свойств//Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – Москва. 2017. – № 3. – С. 57 – 61.
3. Хабарова И.А. Разработка многофакторной модели использования земель Северо-Кавказского экономического района с учетом региональных особенностей//Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – Москва. 2017. – № 3. – С. 31 – 36.

**АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМЕ УЗР  
МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**И.А. Хабарова**

*Московский государственный университет геодезии и картографии, г. Москва, Россия*

Геоинформационные системы (далее - ГИС) в наше время представляют собой одну из самых современных и наиболее перспективных технологий, которую многие организации внедряют в свою деятельность, как инструмент, способный оптимизировать и усовершенствовать бизнес-процессы и работу предприятия или ведомства в целом. Ведь, по статистике, 60 % данных, которые приходится анализировать и систематизировать для принятия различных решений, имеют географический компонент, а более 70 % информации, используемой человеком для различных целей, имеет пространственную привязку. Скорость и простота отображения данных, возможность формирования многогранных запросов, доступ к внешним базам данных одновременно с созданием и ведением внутренних баз данных, возможность интеграции с различными корпоративными информационными системами - это очень скромный и далеко не полный список достоинств, которые сможет получить специалист, работающий с ГИС-технологиями. Из отраслей, активно внедряющих ГИС, в первую очередь следует упомянуть сектор административно-территориального управления, а также телекоммуникационный, строительный и нефтегазовый секторы [3].

По формуле (1), проанализируем темп прироста налоговых сборов с налога на имущество физических лиц:

$$T_{\text{пр}} = \frac{(X_n - X_{n-1})}{X_{n-1}} * 100\%, \quad (1)$$

где  $X_n$  - сумма поступлений, тыс. руб.;  $n$  - период поступления;  $T_{\text{пр}}$  - темп прироста.

Очевидно, что данная формула универсальна и подходит для исчисления темпа прироста для любого интересного нам промежутка.

Так как итоговые значения за прошедший отчетный период в консолидированном бюджете Московской области подбиваются на 1 января текущего года, сначала, используя данные Государственной информационной системы «Региональный электронный бюджет Московской области», посчитаем годовые показатели.

$$T_{\text{пр.2014}} = \frac{X_{2014} - X_{2013}}{X_{2013}} * 100\% = \frac{3252074 - 2244687}{2244687} * 100\% = 44,87 \%$$

составил *темп прироста доходов* в консолидированный бюджет Московской области от налогов на имущество физических лиц в 2014 году.

$$T_{\text{пр.2015}} = \frac{X_{2015} - X_{2014}}{X_{2014}} * 100\% = \frac{3910347 - 3252074}{3252074} * 100\% = 20,24 \%$$

составил *темп прироста доходов* в консолидированный бюджет Московской области от налогов на имущество физических лиц в 2015 году.

$$T_{\text{пр.2016}} = \frac{X_{2016} - X_{2015}}{X_{2015}} * 100\% = \frac{2916149 - 3910347}{3910347} * 100\% = -25,42 \%$$

Так как значение отрицательное, следовательно, 25,42 % составил темп снижения доходов в консолидированный бюджет Московской области от налогов на имущество физических лиц в 2016 году.

Снижение темпа прироста в 2015-ом и снижение доходов от налога на имущество физических лиц в 2016 году можно объяснить тем, что в связи с изменениями в НК РФ, исчисление налога на имущество с физических лиц стали производить с учетом кадастровой стоимости объекта. И на период до 2020 года было решено ввести понижающий коэффициент, который будет плавно увеличиваться. На сегодняшний день налог на имущество физических лиц в соответствии со статьей 408 НК РФ исчисляется по следующей формуле (2):

$$H = (H_1 - H_2) * K + H_2, \quad (2)$$

где  $H$  - сумма налога, подлежащая уплате, руб.;  $H_1$  - сумма налога, исчисляемая от кадастровой стоимости объекта налогообложения, указанной в ЕГРН по состоянию на 1 января года, являющегося налоговым периодом, с учетом особенностей, описанных в НК РФ;  $H_2$  - сумма налога, исчисленная исходя из соответствующей инвентаризационной стоимости объекта налогообложения;  $K$  - понижающий коэффициент, который в 2015 году составлял 0,2, в 2016-м - 0,4, в 2017 - 0,6 и т.д. до 1.

Также, можно оценить показатель эффективности работы ОМС по обеспечению достижения целевых показателей развития Московской области благодаря методике, представленной в Приказе МИОМО «Об утверждении перечня показателей и Методики оценки показателей эффективности работы органов местного самоуправления Московской области (городских округов и муниципальных районов) по обеспечению достижения целевых показателей развития Московской области в 2017 году, ответственным исполнительным органом по которым является Министерство имущественных отношений Московской области». Согласно этой методике (3):

$$B = \frac{K_n}{K_b} * 100\%, \quad (3)$$

где  $B$  - количество объектов недвижимого имущества, поставленных на кадастровый учет от выявленных объектов без прав, %;  $K_n$  - количество объектов недвижимого имущества, поставленных на кадастровый учет нарастающим итогом с момента реализации проекта;  $K_b$  - количество выявленных земельных участков, на которых расположены объекты без прав, включенных в реестр земельных участков с неоформленными объектами недвижимого имущества.

В тройку лидеров по выявленным земельным участкам в таблице Приложения 6 входят Ногинский (13728), Раменский (10535) и Дмитровский (9457) районы. Посчитаем эффективность работы ОМС в этих районах:

$B_{\text{Ногинский МР}} = \frac{K_n}{K_b} * 100\% = \frac{8735}{13728} * 100\% = 63,63 \%$  составила эффективность работы ОМС Ногинского района за период 01.10.2016 - 01.05.2017.

$V_{\text{Раменский МР}} = \frac{K_n}{K_b} * 100\% = \frac{12944}{110535} * 100\% = 122,87\%$  составила эффективность работы ОМС Раменского района за период 01.10.2016 - 01.05.2017.

$V_{\text{Дмитровский МР}} = \frac{K_n}{K_b} * 100\% = \frac{6813}{9457} * 100\% = 72,04\%$  составила эффективность работы ОМС Дмитровского района за период 01.10.2016 - 01.05.2017.

Всего по итогам обходов на 19.05.2017 сотрудниками ОМС вручено 62306 уведомлений, а специалистами ФНС направлено 48716 писем. В срезе работы внутри ВИС ГУАГ МО нас интересуют ошибки, связанные с площадью зданий или помещений меньшей или равной нулю. Исходя из таблицы, таких объектов 225194 в Московской области, что составляет 4,3% от всех ошибок. При тщательной и доскональной работе специалистов в ВИС ГУАГ МО будет верным решением также обращать внимание на подобные объекты. Сопоставляя данные архивов МОБТИ и привязывая инвентарные дела к порядковым номерам объектов, следует также анализировать параметры, которые должны быть одинаковыми во всех базах данных: будь то технический паспорт на дом или выписка о кадастровой стоимости, - площадь объекта должна быть идентична [2]. Поэтому, логичным предложением в данном случае является выявление наряду с незарегистрированными объектами недвижимости ОКС-ов с ошибочными площадями. Наличие некорректной площади в базах данных приводит к некорректному исчислению суммы налога на имущество физических лиц, и также, как было описано в предыдущем пункте, может стать препятствием для осуществления каких-либо сделок с недвижимым имуществом. В ВИС ГУАГ МО есть возможность исправлять ошибки, связанные с несоответствием в привязке по коду ОКАТО и КЛАДР, а также с несоответствием значения кодов БД ФИАС (рис. 1).



Рис. 1 Схема создания единого адресно-координатного пространства в процессе выявления объектов незарегистрированных объектов недвижимости

Еще одним положением по совершенствованию использования рассматриваемой в работе ГИС было внедрение в нее дополнительного модуля, который отвечал бы за земельный контроль: мониторинг захламленности земельных участков, наложения границ, неэффективного использования. Но проектирование и расчет такого дополнения - это уже тема для совершенно другой работы [1].

#### Литература

1. Капралов Е.Г., Кошкарёв А.В., Тикунов В.С. и др. Геоинформатика [Текст]: Учебник для студентов вузов в 2 кн. Кн.2. 3-е изд. / Е.Г. Капралов, А.В. Кошкарёв и др. под ред. В.С. Тикунова – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 442 с.
2. Хабарова И.А., Хабаров Д.А. Практическое применение алгоритма прогнозирования числовых величин во времени «Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral» №1/2017. 2017. – 17 с.
3. Хабарова И.А., Дручинин С.С. О схеме инфраструктуры пространственных данных// Сборник Славянский форум, № 1 – 2017, с.173 –178.

## ПРОБЛЕМЫ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА В ЗОНАХ ПРОЯВЛЕНИЯ НЕОПЕРИОДИЧЕСКИХ БЫСТРОПРОТЕКАЮЩИХ ПРОЦЕССОВ

### Е.С.Черных

Научный руководитель профессор В.Н. Сальников  
 Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия

Использование человеком земельных ресурсов для обеспечения социально-экономических аспектов жизнедеятельности, как считает В.Н. Харьков, представляет собой разновидность антропогенного воздействия на компонент природной среды - Землю. Данные государственного экологического мониторинга показывают, что экологическое состояние земельных ресурсов, подвергающихся интенсивному антропогенному воздействию, имеет тенденцию к ухудшению [2]. В этой работе им рассмотрены актуальные вопросы обеспечения реализации государственной земельной и экологической политики в сфере правового обеспечения рационального использования и охраны земельных ресурсов субъектами права землепользования. Особую актуальность исследований геологической среды и землеустройства представляют проблемы в геологии, связанные с освоением нефтегазовых месторождений в Арктике. Часть проблем, затронутых в наших исследованиях, относятся к землеустройству и

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

ландшафтной экологии. Термин «Непериодические быстропротекающие явления в окружающей среде» был впервые введен в 1988 году в г. Томске на I-ой Всесоюзной междисциплинарной научно-технической школы - семинара «Непериодические быстропротекающие явления в окружающей среде» [1]. К их числу можно отнести природные и антропогенно-техногенные явления. Природные непериодические быстропротекающие явления это: землетрясения, цунами, оползни, падение метеоритов, болидов, образование кратеров, диатрем и электромагнитных систем в литосфере, атмосфере и космосе, которые изменяют природный ландшафт. К антропогенно-техногенным явлениям относятся: испытание ядерного оружия, аварии на атомных электростанциях, гидроэлектростанциях, на промышленных предприятиях, горные удары и взрывы метана в шахтах [3]. Многочисленные упорядоченные структуры могут возникать при замыкании электромагнитных полей и создании долгоживущих плазменных объектов (квазикристаллов) в литосфере и атмосфере, которые при выходе на поверхность в местах с четвертичными осадками (глина, песок, суглинки, почва) могут приводить к образованиям ям (рис. 1). Кроме образования ям, то есть изменения рельефа местности электромагнитными системами в местах выхода из литосферы, релаксация может сопровождаться вывалами леса, пожарами, взрывами и разрушениями техногенных сооружений (рис. 2).



**Рис. 1 Яма в Кемеровской области (Крапивинский район, Совхоз Банновский). Яму частично засыпали. Измерения ведут Сальников В.Н. (справа) и Аменев В.Р. (Фото Осташева Г. Н.)**



**Рис. 2 Фрагмент вывала леса в районе г. Петрозаводска («Микротунгусский феномен»)**

Предполагается, что накопление энергии в литосфере и ее выделение из горных пород происходит при различных видах возбуждения, например, при сейсмической активности и подготовки очагов землетрясений в результате производства ядерных взрывов на Семипалатинском полигоне (до 1989 года), в Чебулинском районе Кемеровской области (1984 год) и в других районах. Две «ямы» возникли на полуостровах Ямал и Гыдан. Третью нашли на полуострове Таймыр на устье Енисея в апреле 2012 года. Диаметр 4 метра и глубиной 100 м. Грунт разбросан на 900 м. Механизм образования ямы исследователи объясняют скоплением метана с последующим выбросом грунта (<https://utro.ru/articles/2014/07/25/1205730.shtml>). В Кемеровской области, Казахстане, Волгоградской области возникают ямы, но там нет скопления углеводородов, нет вечной мерзлоты. Объяснить их появление выходом газа в верхние слои литосферы довольно затруднительно.

Поэтому, вероятно, ямы и отверстия в земле образовывались в результате энергетической литосферной разгрузки за счет механоэлектрических преобразований в горных породах при протекании природных и техногенных физико-химических процессов (фазовые переходы 1-ого и 2-ого рода). В лабораторных условиях при измерении температурной зависимости электропроводности и электромагнитной эмиссии минералов и горных пород разного состава установлено их электретное состояние, то есть минералы диэлектрики способны длительное время удерживать объёмный заряд (палеоэлектричество) [4].

Разгрузка, накопленной энергии в горных породах, идёт в южных районах за счет механических подвижек (трещинообразование, механоэлектрические преобразования, релаксация электретного состояния). В северных районах, покрытых четвертичными отложениями, разгрузка запасенной энергии осуществляется за счет электромагнитных систем, вследствие генерирования электромагнитной эмиссии (ЭМИ) при фазовых, полиморфных и физико-химических процессах. Радиус нахождения ям как в Кемеровской области, так и в Целиноградской, составляет 700-1000 км (рис. 3). На рисунке 4 представлена погодная зависимость встречаемости аномальных явлений от солнечной активности и количества атомных взрывов. Оказалось, что ямы появлялись в момент наибольшей сейсмичности на Земле и, в частности, в средней Азии. Аналогичная зависимость установлена при формировании ям вокруг Новоземельского ядерного полигона при анализе ядерных взрывов, проведенных, как на Новой Земле, так и на территориях Ямало-Ненецкого и Ханты-Мансийского округов. С 21 сентября 1955 года по 24 октября 1990 года, когда вступил в действие мораторий на ядерные испытания, на Новой Земле было проведено 132

ядерных взрыва: 87 атмосферных, 3 подводных и 42 подземных. На Семипалатинском полигоне проведено 468 испытаний. На них были взорваны 616 ядерных и термоядерных зарядов (полигон открыт в 1949 году). Мы полагаем, что замедленные релаксационные процессы природно-техногенного генезиса являются причиной появления зон электромагнитной разгрузки в виде аномальных ям. Предложена схема образования электромагнитных систем на границе литосфера, атмосфера, которая позволяет объяснить исчезновения грунта из ям на Ямале в Крапивинском, Ижморском, Томском районах, в Рязанской области, Швейцарии и др. Для дальнейших исследований аномальных зон необходимо использовать геоинформационные системы.

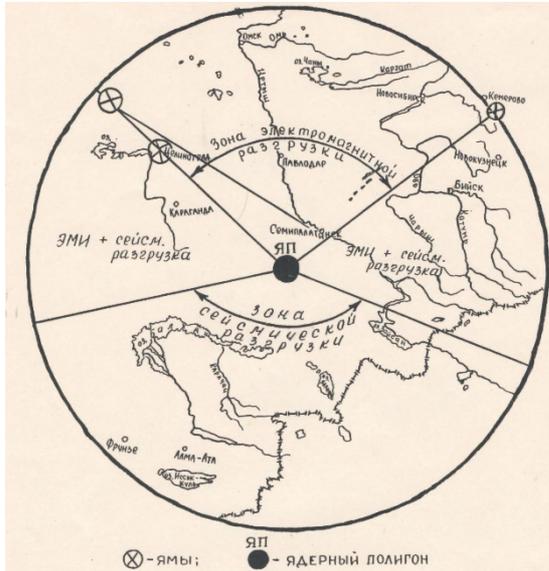


Рис. 3 Схема природно-техногенной разгрузки вокруг Семипалатинского полигона

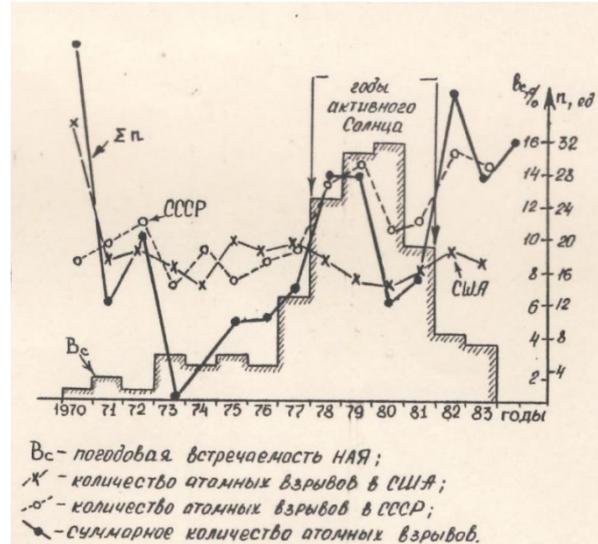


Рис. 4 Погодовая зависимость встречаемости аномальных явлений от солнечной активности (по данным Дмитриева А.Н.) и от количества атомных взрывов США, СССР (Сальников В.Н.)

#### Литература

1. Сальников В.Н. Образование электромагнитных систем в литосфере / Томский политехнический институт. – Томск, 1990. – 50 С. – Деп. в ВИНТИ 15.02.90, №1151-B90.
2. Харьков В.Н. Экологические аспекты права природопользования // Известия ТулГУ, 2014. – №4-2. – С.92 – 100.
3. Chernykh E.S. Changing of geological environment under the influence of non-recurrent fast processes/ Proceedings of the XXI International Scientific Symposium: Problems of geology and subsurface development (Russia, Tomsk), 2017.- Part 2.-P.934-935.
4. Salnikov V. N. , Popov V. K. , Terre D. A. Electromagnetic emission in mineral and rock dehydration (Article number 012052) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2016 – Vol. 33. – p. 1 – 7.

### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НА ТЕРРИТОРИИ ОБЬ-ТОМСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ

Л.Н. Чилингер

Научный руководитель профессор В.К. Попов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

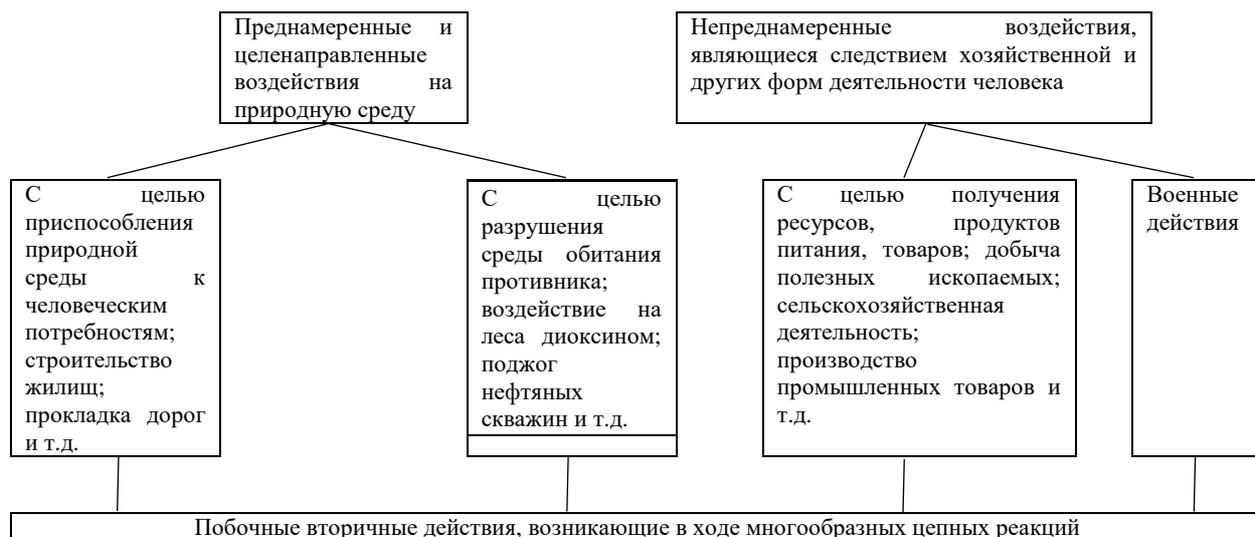
Сегодня проблема экологической безопасности становится все более острой вследствие увеличения технического прогресса. Актуальность данной проблемы подтверждается и широким ее рассмотрением в научных кругах. Во многих трудах ученых обеспечение экологической безопасности является гарантией стабильного развития общества и благоприятных условий жизни населения.

В процессе эволюции степень воздействия человека на природную среду велико и многообразно. Она различается не только по форме и масштабам, но и по времени и целям. Кроме того, воздействия можно разделить на целенаправленные и преднамеренные (изменение состояния среды обитания) и непреднамеренные (следствие хозяйственной и других форм деятельности человека) [3].

Преднамеренные воздействия в одних случаях направлены на приспособление среды к потребностям человека, в других случаях преследуют противоположную цель - разрушить среду обитания противника.

Непреднамеренные воздействия являются следствием различных форм деятельности человека: связаны с получением ресурсов, производством товаров, созданием культурных ценностей и т. д. (рисунок 1).

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ



**Рис. 1** Виды воздействий человека на природную среду (по характеру целей и форм деятельности) [3]

К созидательной деятельности можно отнести первый и третий вид воздействия, к разрушительной - второй и четвертый. Но все виды воздействий, не зависимо от их цели, вызывают многочисленные вторичные воздействия, захватывающие различные объекты окружающей среды в форме цепных реакций.

Также антропогенные воздействия можно различать:

- по временным характеристикам (постоянные, периодические, эпизодические);
- по пространственным характеристикам (площадные, линейные, точечные, охватывающие большие территории или небольшие участки);
- по типу воздействия (механические, физические, химические; вещественные, энергетические, информационные);
- по типу деятельности (строительство зданий, создание водохранилищ, вырубка лесов, распашка земель, посевы сельскохозяйственных культур, добыча полезных ископаемых, орошение, осушение и др.) [3].

По данным на 2011 год, территория Обь-Томского междуречья является крупным производителем сельскохозяйственной продукции в Томской области, площадь посевов сельскохозяйственных культур которой составляет 2119 га [4].

Промышленность представлена некрупными строительными, лесозаготовительными, рыбоперерабатывающими предприятиями. Кроме того, территория включает бетонно-асфальтный завод и функционируют некоторые кустарные производства (включая производство мебели) и др.

Темпы нового жилищного строительства составляют 0,2 кв. м на человека в год. За 2010 г. было введено порядка 10 тыс. кв. м жилых домов. В настоящее время показатели значительно увеличились [4].

К особенностям современного состояния ландшафтов Обь-Томского междуречья можно отнести разнообразное и значительное антропогенное воздействие (эксплуатация Томского водозабора, наличие населенных пунктов, рекреационная деятельность и деятельность сельскохозяйственных предприятий, эксплуатация транспортных систем (дороги, мосты), вырубка леса, нарушение поверхностного слоя почвы, сбросы неочищенных коммунальных стоков, добыча гравия и песка, изменение гидрологических режимов грунтовых вод и поверхностных водных объектов (реки, озера, болота) [2, 4].

Согласно данным исследователей Томского Государственного и Политехнического университетов, на территории Обь-Томского междуречья активно развиваются деградация и снижение плодородия, процессы водной и ветровой эрозии, загрязнение почв тяжелыми металлами, пестицидами, биологическое загрязнение почв отходами животноводства и другие [4].

Помимо этого, местные жители занимаются сбором лесных дикоросов, в том числе грибов и ягод (брусника, клюква, черная смородина, черника), в результате которого возникает еще одна проблема - захламливание лесов. Этому способствует и отсутствие организованной системы сбора бытовых отходов у населения (в некоторых населенных пунктах), которое приводит к возникновению стихийных свалок (даже в лесах междуречья). Такую ситуацию можно наблюдать на протяжении многих лет возле с. Тахтамышшево, с. Кафтанчиково и др. Учитывая песчаные грунты, слагающие данную территорию и наличие воронки депрессии в результате эксплуатации подземного водозабора, любое загрязнение вполне может оказать влияние не только на состояние воды в реке Томи, но и на качество питьевой артезианской воды [2, 4].

В зоне действия Томского подземного водозабора степень трансформации ландшафтов различна и зависит от его устойчивости к внешним воздействиям. Озерно-аллювиальные равнины, перекрытые плащом лессовидных суглинков мало восприимчивы к изменению гидрогеологических условий. Наиболее трансформированы ландшафты древних ложбин стока первой очереди водозабора и подножия вторых террас, где вследствие изменения гидрологического режима происходит уменьшение влажности и плотности торфа, что приводит к увеличению пожароопасности [4].

В настоящее время часть коренных лесных массивов междуречья вырублена и представлена производными березово-осиновыми или осиново-березовыми лесами и сосновыми молодняками, коренные же сосновые леса сохранились лишь небольшими массивами [4].

По результатам исследования можно сделать вывод о том, что рассматриваемая территория Обь-Томского междуречья выполняет значительные природоохранные, рекреационные и социально-экономические функции [4].

Сегодня деятельность человека охватывает уже более половины площади континентов: около 15 % освоенной территории занято пашнями, около 25 % - пастбищами, 4 % - городами и промышленными объектами, около 30 % - лесные массивы. Оставшиеся территории - пустыни, высокогорья, тундры, ледники. Деятельность человека привела к уничтожению две трети лесов, потребления от 16 до 18 % водного стока ежегодно. Нагрузки на восполнение природных ресурсов все возрастают [1].

Антропогенные воздействия вызывают изменения структуры, вещественного состава, физических полей, эстетики и других характеристик объектов природной среды. Кроме того, происходит изменение свойств выходных потоков из ландшафтов. Соотношение между воздействиями, изменениями состояний и потоками из геосистем зависит от:

- типа воздействия (физическая сущность, сила, продолжительность);
- состояния геосистемы, связанного с временем суток, погодой, сезоном года и т. д.;
- свойств саморегуляции геосистемы, ее устойчивости и других особенностей ее динамической структуры и организации.

Изменения в природной среде можно свести к следующим:

- загрязнение почв, вод, воздуха, растительного покрова, изменение газового состава атмосферы;
- упрощение структуры естественных ландшафтов - уменьшение числа ярусов растительного покрова
- уменьшение числа видов растений и животных, упрощение структуры трофических связей и др.);
- обезлесение, опустынивание; деградация почв;
- замена естественных ландшафтов природно-антропогенными и техногенными ландшафтами [3].

Таким образом, необходимость экологической безопасности для устойчивого развития территории возрастает не только на территории Российской Федерации, но и во всем мире. Обь-Томское междуречье - яркий пример отсутствия мер и законов для регулирования хозяйственной деятельности в условиях месторождения подземных вод.

#### Литература

1. Захаров Е.И. Подход к оценке взаимодействия биосферы с техносферой и их последствиям // Известия ТулГУ. Науки о земле. – Тула, 2014. – Вып.1. – С. 3 – 9.
2. Лукашевич О. Д., Мударисова Г. Р. Обь-Томское междуречье: сохранять нельзя использовать // Материалы IX Международной конференции "Реки Сибири и Дальнего Востока". – Иркутск, 2015.
3. Основы экологической безопасности: Учебное пособие / под ред. А. В. Луцка. – М.: Симферополь: СОНАТ, 1998. – 224 с.
4. Проект планировки и проект межевания территории Левобережья р. Томи в границах городской черты с концепцией градостроительного развития прилегающих территорий Томского района в границах агломерации. Материалы по обоснованию проекта. – Санкт - Петербург – Томск, 2011. – С. 64.

## ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА

**А.Н. Чувахова**

Научный руководитель доцент Е.В. Горбачева

**Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки, Республика Беларусь**

Создание автоматизированных систем невозможно без широкого использования географических информационных систем (ГИС) - специализированных компьютерных систем, включающих набор технических средств, программного обеспечения и определенных процедур, предназначенных для сбора, хранения, обработки и воспроизведения большого объема графических и текстовых данных, имеющих пространственную привязку [1].

В связи с увеличением объема землеустроительных работ возникает необходимость использования автоматизированных систем проектирования с целью сокращения времени изготовления землеустроительной документации и передачи ее заинтересованному лицу, а также повышению качества и достоверности содержащейся информации, чему способствует широкое применение и распространение ГИС. ГИС позволяют работать с большими наборами данных и использовать только необходимые, синтезируя определенные факторы или показатели, такие как площадь, местоположение, конфигурация, кадастровая стоимость, балл кадастровой оценки и так далее. Примерами таких систем являются ГИС и наиболее распространенными являются: ГИС ArcGIS, MapInfo, QGIS, ПАНОРАМА, которые обладают широким спектром функций.

Проанализировав спектр функции ГИС выявлено, что для землеустройства наиболее применимы следующие возможности:

1. Изготовление цифровых планов и карт;
2. Мониторинг земельных ресурсов в разрезе района, области или страны;
3. Прогнозирование использования земель;
4. Создание моделей рационального использования и охраны земель - важнейшей задачи землеустройства;

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

5. Информационное обеспечение землеустройства и кадастра, создание геоинформационных баз данных с целью улучшения качества проектов землеустройства;

6. Разработка проектов землеустройства.

Таким образом, существует огромное количество возможностей для применения ГИС: создание цифровых планов и карт; возможность быстрой корректировки содержимого; наглядность; простота поиска необходимых объектов (земельных участков); возможность быстрее создавать планы и карты, картодиаграммы; возможность оцифровки бумажных планов и карт; высокая точность, достоверность и актуальность содержащихся данных; возможность загрузки аэрофото- или космических снимков на определенную территорию и их привязка.

Для землеустроительного проектирования, например для составления проекта внутрихозяйственного землеустройства, ГИС служит в качестве системы для сбора, хранения, анализа и отображения информации, а также как мощный инструмент проектирования, позволяя выполнять агроэкологическое зонирование территории, определять площади ограничений (обременений) для земельного участка, подсчитывать площади видов земель, занятых определенными объектами и группировать их в отдельные слои, таким образом, разрабатывая несколько вариантов проекта одновременно, что значительно сокращает время разработки проекта и повышает его качество. Также в ГИС возможно создавать цифровые модели рельефа и цифровые модели местности, что позволяет выявить эрозионно-опасные участки, определить возможную степень эрозии и принять соответствующие меры. Возможно создание тепловых карт и проведение морфометрического анализа. Возможности выбранной ГИС можно расширить путем подключения дополнительных модулей.

Однако в свою очередь ГИС имеет и свои недостатки:

1. Качество изготавливаемого проекта сильно зависит от исходных данных.
2. Безопасность хранимой информации.
3. Не всегда понятный интерфейс и архитектура работы программы, что затрудняет работу для неопытных пользователей и требует больших затрат времени, чтобы в полной мере использовать возможности выбранной системы ГИС.

В Республике Беларусь была создана полнофункциональная ГИС, которая охватывает всю территорию страны - ЗИС - земельно-информационная система. Земельно-информационная система Республики Беларусь - это комплекс программно-технических средств, баз пространственно-атрибутивных данных, каналов информационного обмена и других ресурсов, обеспечивающий автоматизацию накопления, обработки, хранения и предоставления сведений о состоянии, распределении и использовании земельных ресурсов в электронном виде, в том числе средствами геоинформационных технологий [2]. Она содержит информацию о земельных участках, их границах и административно-территориальной принадлежности, распределении земель по категориям и видам прав на землю, землепользователях, видах земель (земельное покрытие) и их мелиоративном состоянии, ограничениях землепользования, текущих изменениях в составе и распределении земель, а также элементы топографического содержания.

Первые ЗИС были созданы в 2001 году. Для поддержания актуальной информации карты масштаба 1:10000 должны обновляться минимум раз в пять лет, однако этого не происходило. Единственным обновляемым слоем был слой, содержащий данные о зарегистрированных земельных участках. Обновление других слоев не происходило. В 2013 году началось повсеместное обновление первых ЗИС. Так как технология проведения работ на местности существенно изменилась, то соответственно произошли и изменения в ЗИС. Из-за этой разницы пришлось менять более 50% имеющихся объектов слоя. А с учетом произошедших изменений на местности процесс обновления оказался практически невозможен, и в результате было принято решение о формировании новой ЗИС. Однако такая система являлась локальной, и чтобы обеспечить доступ пользователям с помощью сети Интернет был создан Геопортал ЗИС Республики Беларусь [4, 5].

Основное отличие земельно-информационных систем от ГИС заключается в следующем:

1. Земельно-информационные системы содержат, прежде всего, сведения о земельных ресурсах и объектах недвижимости, прочно связанных с землей.
2. Информация о земельных участках, содержащаяся в ЗИС, предполагает повышенные требования к точности измерений, ввода и вывода данных, что необходимо для геодезической привязки земель на местности и отражения их на планах (картах); другими словами, земельно-информационные системы являются более точными, чем ГИС.
3. В общую структуру земельно-информационных систем, как специального вычислительного комплекса, в качестве самостоятельных подсистем входят блоки автоматизированного картографирования, автоматизированного проектирования, управления базами данных, позволяющие не только строить в различном масштабе карты с использованием средств цифровой фотограмметрии и картографии, но и производить различные геодезические действия (вычисление площадей, измерение расстояний, определение координат и др.).
4. Основное назначение земельно-информационных систем заключается в обеспечении и управлении земельными ресурсами на основе учета и анализа данных о земле [1].

Геопортал земельно-информационной системы Республики Беларусь - полнофункциональная геоинформационная система, предназначенная для автоматизации хранения, обработки и предоставления пространственной информации всем заинтересованным лицам для поддержки принятия решений по организации эффективной работы в области землеустройства, геодезии, картографии, земельного, лесного кадастра и кадастра недвижимости, градостроительства и архитектуры, телекоммуникаций, обслуживания трубопроводов, добычи и транспортировки нефти и газа, электрических сетей, экологии и природопользования, геологии и геофизики, железнодорожного и автомобильного транспорта, банковского дела, образования, государственного управления и т.д.

Геопортал ЗИС зарегистрирован в Государственном регистре информационных систем Министерства связи и информатизации Республики Беларусь. Свидетельство о государственной регистрации информационной системы от 19 августа 2014 года №В-0115-01-2014. Владелец информационной системы - Республиканское унитарное предприятие «Проектный институт Белгипрозем» [3].

ЗИС республики Беларусь позволяет изучить всю имеющуюся информацию о выбранной территории или земельном участке, а также создавать выкопировки, то есть создавать земельно-кадастровую документацию.

ЗИС Республики Беларусь представлена тремя уровнями:

1. Локальная ЗИС;
2. Региональная ЗИС;
3. Центральная ЗИС.

В локальных ЗИС содержится информация о землях в границах административных районов, региональные - в границах областей. Центральная ЗИС создается на основе данных локальных и региональных ЗИС, объединяя их в единую систему. ЗИС состоит из слоев и каждый слой содержит пространственную и атрибутивную информацию. Объекты локальных ЗИС сведены и согласованы между собой по границам административных районов.

В настоящий момент землеустроительное проектирование невозможно без использования геоинформационных систем, одной из разновидностей которых являются ЗИС - земельно-информационные системы. Их преимущество над традиционными видами проектирования очевидно: они быстрее, вариативнее, позволяют хранить и обрабатывать большое количество информации, ускоряют процесс изготовления землеустроительной документации, тем самым увеличивая производительность и эффективность труда. Кроме того, ожидается внедрение для усовершенствования ГИС в землеустройстве метода экспертных оценок, который служит для анализа и принятия корректных проектных решений. Такой метод позволяет оценить будущее состояние природной среды в результате проведения землеустройства и выявить его негативные аспекты. В дальнейшем ГИС будут развиваться в таком направлении, чтобы увеличить объемы хранимых данных, улучшить оптимизацию, скорость обработки данных и работу в них, а также интегрировать в различные сферы деятельности.

#### Литература

1. Волков, С. Н. Землеустройство: в 9 т. / С. Н. Волков. – Москва: Колос, 2002. – Т. 6: Системы автоматизированного проектирования в землеустройстве. – 328 с.
2. Кодекс Республики Беларусь о земле от 23 июля 2008 г. № 425-3 // Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2017.
3. Геопортал земельно-информационной Системы Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Гисмап. – Минск, 2018. - Режим доступа: <http://qismap.by/#/about>. Дата доступа 03.01.2018.
4. Стишевский, И.М. Геопортал земельно-информационной системы Республики Беларусь / И.М. Стишевский // Земля Беларуси. – 2004. – № 1. – С. 13 –14.
5. Бобер, Н.П. Создание геопортала земельно-информационной системы Республики Беларусь / Н.П. Бобер // Геоматика. – 2011. – № 3. – С. 85 – 92.

### НАРУШЕНИЕ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ РЕГЛАМЕНТОВ НА ПРИМЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА АСФАЛЬТОВОГО ЗАВОДА В С. ЗОРКАЛЬЦЕВО

**А.Н. Шинковская**

Научный руководитель ассистент Л.Н.Чилингер

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

По мере развития цивилизации, наблюдается стабильное повышение роли городов в политической, экономической и культурной жизни государства и, соответственно, кратно увеличиваются объемы и темпы строительства, что делает урбанизацию уже не просто закономерным, а неизбежным этапом в процессе успешного развития любого государства. Чтобы обезопасить экономику страны от излишнего внешнего влияния и способствовать снижению зависимости от зарубежных технологий и сырьевых компонентов в строительной отрасли, государству необходимо сформировать конкурентоспособную и устойчивую промышленность строительных материалов, способную обеспечивать внутренний и внешний рынки качественной и доступной продукцией.

Одновременно с материализацией идеи создания высокотехнологического производства и строительством промышленных предприятий наиболее остро встает вопрос об экологической безопасности территорий, в пределах которых разворачивается данная отрасль промышленности. Говоря об ухудшении экологической обстановки в зонах развития промышленных предприятий, невозможно не отметить характерное снижение качества жизни в этих районах. Данная ситуация является ярким примером нарушения прав человека, а именно статьи 42 Конституции РФ, согласно которой «каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением» [2].

Для обеспечения комфортной и безопасной жизни населения создается документ градостроительного зонирования - правила землепользования и застройки (ПЗЗ), который регламентирует вид разрешенного использования каждого земельного участка, находящегося на территории данного поселения. Территории, отведенные под строительство производственных предприятий, располагаются по отношению к жилым зонам с учетом размеров санитарно-защитных зон, установленных СанПиН [3]. Примером нарушения этих правил может послужить ситуация, сложившаяся в селе Зоркальцево.

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

Село Зоркальцево - административный центр муниципального образования «Зоркальцевское сельское поселение», расположенного в Томской области. Его историческое начало было положено в середине 18 века, а долгие годы развития превратили с. Зоркальцево в перспективное поселение с численностью населения более 1200 человек. На сегодняшний день местный парк «Околица» является площадкой для проведения международного фестиваля-конкурса «Праздник топора» - главного мероприятия в области возрождения традиций сибирского деревянного зодчества.

Одновременно с развитой культурной жизнью села, на территории находятся несколько промышленных предприятий, специализирующихся на производстве и реализации крупы, лесозаготовке и производственно-строительных работах. Все предприятия успешно функционировали до недавнего времени, не причиняя никаких неудобств местным жителям. Но ситуация резко изменилась в 2016 году с появлением на территории завода строительных материалов «БЕФОРМ» асфальтобетонной установки, которая расширила ассортимент выпускаемой им продукции: теперь помимо выпуска тротуарной плитки завод имеет возможность производить асфальтобетон.

Очень скоро жители близлежащих домов ощутили на себе негативное влияние, как оказалось, самовольно возведенного объекта. Из данных жалоб в Общественный российский фронт выяснилось, что основной причиной возмущений является шум, доносящийся с завода, и неприятные запахи битума, смол и асфальта - все признаки работающего асфальтобетонного завода. Кроме того, по утверждению жителей, асфальтосмесительная установка работает даже по воскресеньям и в ночное время [5]. Однако, официального разрешения на его строительство, а тем более, на ввод в эксплуатацию, учредители ООО «ЗСМ «БЕФОРМ» не получили, о чем свидетельствуют работники администрации Зоркальцевского сельского поселения. 31 августа 2017 года Администрация Зоркальцевского сельского поселения подала исковое заявление в суд с требованиями признать асфальтовый завод самовольной постройкой и обязать ЗСМ «БЕФОРМ» снести его за свой счет [4].

Проведенная контрольно-надзорными органами экспертиза выявила, что уровень шума в районе близлежащих домов превышен в 1,5 раза и количество вредных веществ, выбрасываемых в результате работы завода в атмосферу, также превышает установленные предельно-допустимые нормы [5]. Более того, в ходе прокурорской проверки выяснилось, что заводом не была проведена инвентаризация этих выбросов, не был разработан проект нормативов предельно-допустимых выбросов загрязняющих веществ, и не было получено разрешение на выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Итак, на земельном участке с кадастровым номером 70:14:0103004:28, расположенном по адресу: Томская область, Томский район, село Зоркальцево, улица Южная, 7, с 2014 года размещен завод строительных материалов «БЕФОРМ», а в 2016 году пристроен асфальтовый завод, состоящий из асфальтосмесительной установки, операторной кабины, склада емкостей для битума, склада инертных материалов, весовой эстакады для подачи инертных материалов в установку [4].

Согласно правилам землепользования и застройки муниципального образования «Зоркальцевское сельское поселение», асфальтовый завод расположен в производственной зоне П-2 - зоне производственных предприятий IV-V классов опасности коммунально-складских объектов [6]. Согласно данным публичной кадастровой карты участок предоставлен для размещения производственных и административных зданий, строений, сооружений промышленности, коммунального хозяйства, материально-технического, продовольственного снабжения, сбыта и заготовок. Размер санитарно-защитной зоны для таких предприятий может составлять от 50 до 100 метров, в зависимости от класса опасности.

Производство асфальтобетона на стационарных заводах относится ко II классу опасности, для которых нормативная санитарно-защитная зона в 5 раз больше и составляет 500м. В ее границах не допускается размещать жилую застройку, включая отдельные жилые дома. Однако, жилая зона Ж-3, предназначенная для индивидуального строительства, располагается чуть в более 100 метрах от территории завода, в санитарно-защитной зоне которой располагаются и эксплуатируются более 150 жилых домов (рис. 1).

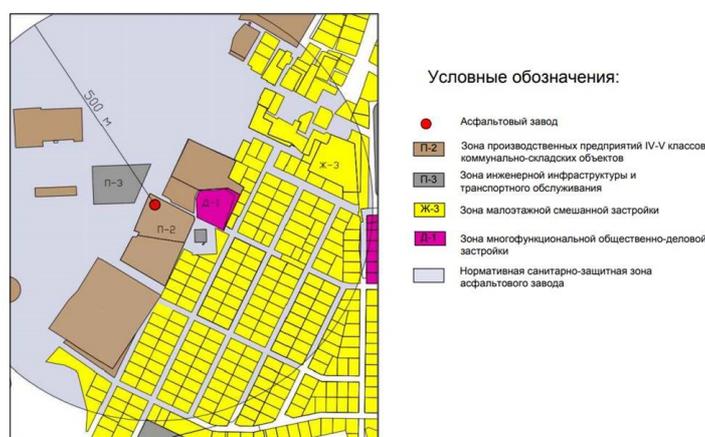


Рис. 1 Схема расположения асфальтового завода на территории с. Зоркальцево

Таким образом, фактическое использование земельного участка под размещение асфальтового завода не соответствует разрешенному виду использования земельного участка и нарушает Правила землепользования и застройки МО «Зоркальцевское сельское поселение».

Для того чтобы понять, необходимо ли разрешение на строительство и ввод в эксплуатацию асфальтобетонного завода, нужно определить является такой завод объектом капитального строительства или временной постройкой. Для этого обратимся за определением к Градостроительному кодексу РФ, в котором объект капитального строительства определяется как «здание, строение, сооружение, объекты, строительство которых не завершено (далее - объекты незавершенного строительства), за исключением временных построек, киосков, навесов и других подобных построек». Это определение не обозначает каких-то конкретных параметров, по которым можно было бы безошибочно разделить объекты на временные и капитальные, что создает прочную основу для споров и разногласий.

Так, в данный момент существуют два взгляда на статус завода. Администрация Зоркальцевского сельского поселения считает, что завод является объектом капитального строительства, так как он не является передвижным, временным, сезонным или мобильным. С другой стороны, учредители завода утверждают, что завод не является объектом капитального строительства, а является установкой, состоящей из нескольких агрегатов, не имеющих прочной связи с землей, которые легко могут быть перемещены без несоразмерного ущерба их назначению [7]. Это подтверждается техническим паспортом по состоянию на 21.07.2016 год на некапитальный объект, в соответствии с которым данный вид объекта является сооружением.

На данный момент рассмотрение дела Арбитражным судом завершено. Судебные разбирательства, длившиеся полгода, закончились отказом в иске Администрации Зоркальцевского поселения. Тем временем, завод приостановил работу на зимнее время, а руководители были признаны банкротами. Несомненно, этот случай не единичный: например, аналогичная ситуация произошла в городе Артеме в 2014 году. Однако в этом случае, в ходе судебного разбирательства требования истца по демонтажу завода были удовлетворены в полном объеме [1].

Итак, к сожалению, нарушение градостроительных регламентов не является редкостью, что может стать не только причиной юридических проблем, но и угрозой здоровью и жизни человека. В рассмотренной ситуации действия по возведению завода были признаны правомерными на законном уровне, что указывает на несовершенство существующего законодательства. Для обеспечения непреложности прав граждан на благоприятную окружающую среду необходимо указывать в данных ЕГРН класс опасности промышленных объектов, которые могут размещаться на конкретном земельном участке и признавать обязательным установление санитарно-защитных зон не только для объектов капитального строительства, а для всех объектов, наносящих вред окружающей среде.

#### Литература

1. Конституция Российской Федерации.
2. О введении в действие новой редакции санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов".
3. Прокуратура подтвердила доводы активистов ОНФ о негативном воздействии на окружающую среду асфальтобетонного завода в селе Зоркальцево [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://tomsk-gkh.ru>.
4. Определение о принятии искового заявления к производству, подготовке дела к судебному заседанию и назначении предварительного судебного заседания от 04.09.2017 № А67-6746/201 7 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://kad.arbitr.ru>.
5. Правила землепользования и застройки муниципального образования «Зоркальцевское сельское поселение». – Санкт-Петербург – Томск, 2012. – С. 102.
6. Постановление от 6 июля 2017 г. по делу № А67-7524/2016 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://sudact.ru>
7. Асфальтобетонный завод в Артеме закрыли по иску прокурора [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://primamedia.ru>.

### АТЛАСНАЯ ИНТЕРАКТИВНАЯ СИСТЕМА ПО ОБЪЕКТАМ ИНЖЕНЕРНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ ЮФО РФ

К.В. Шумаева

Научный руководитель доцент Е.В. Яроцкая

*Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия*

На сегодняшний день применение атласных систем наблюдается в различных отраслях жизнедеятельности человека, среди которых производственная, транспортная, народная и прочие смежные отрасли. Интерактивная система позволяет генерировать картографические материалы в автоматизированном режиме и производить ряд функций, способных облегчить применения атласа в различных задачах.

По функциональному назначению АИС принадлежит к высшей категории электронных карт, и используется как дополнительная поддержка принятия решений, разработки сценариев развития устойчивости территории. Например, для функционального геопространственного упорядочения объектов инженерной инфраструктуры (транспортные развязки и узлы; аэропорты и вокзалы; промышленные объекты и иные подотрасли производства) актуален метод применения АИС [1]. Таким образом, подробно рассмотрим этапы создания и применения интерактивного атласа для управления объектами инженерной инфраструктуры на примере Южного федерального округа РФ (ЮФО РФ). Федеральная территория ЮФО характеризуется высоким ресурсным потенциалом, специфическим территориальным положением (с одной стороны транзитным, с другой - приграничным), развитыми социально-экономическими связями. Размещение масштабных транспортных, строительных, электросетевых объектов на территории составляют единую инженерную инфраструктуру. Технологическое развитие инженерной инфраструктуры обеспечивает устойчивое развитие территории, одним из

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

условий которого является моделирование атласной интерактивной системы. Методика создания модели АИС включает следующие этапы:

1. Сбор аналитических электронных карт, картодиаграмм и данных для отображения семантической и атрибутивной информации на атласе.
2. Создание пользовательского интерфейса, включающего интерактивную навигацию в видовом окне, в том числе разработка единой легенды согласно объектному содержанию.
3. Порядок работы с реляционной моделью баз данных интерактивного атласа по принципу «запрос-ответ», а также поддержка принятия решений, ориентированных на пользователя.
4. Иерархия интерактивных карт по разновидностям типа, вида, назначения, конфигурации.
5. Создание целостной системы, состоящей из нескольких интерактивных атласов.

Для каждого вышеперечисленного этапа создания АИС характерны виды функций (таблица 1).

*Таблица*

*Функциональный набор операций в модели АИС*

Вид функции	Подвид функции	Описание функции
Базовая	Центральная	создание рабочего файла; сохранение; экспорт; импорт.
	Локальная	видовой режим; языковой режим.
Пользовательская	Создание	образование новых областей и рабочих полигонов.
	Редактирование	визуальное видоизменение объектов.
Навигационная	Территориальная	отбор объектов по пространственным характеристикам.
	Тематическая	отбор объектов по виду, типу, назначению.
	Динамическая	отбор объектов по временному признаку.
Картографическая	Управление	действия с рабочими слоями и легендой.
	Редактирование	маркирование; отбор подобных объектов.
	Анализирование	фильтр объектов; динамика по объектам.
Геоинформационная	Связанность	связь между базами данных и семантикой.
	Структуризация	обработка данных и их интерпретация
	Обзорность	масштабность любого показателя.

При создании интерактивного атласа целесообразно использовать подложки, согласно тематике будущей карты (Yandex, Google, ESRI, Публичная кадастровая карта Росреестра, аэрофотоснимки). Так, для создания интерактивного атласа по объектам инженерной инфраструктуры в ЮФО РФ необходимо обеспечить следующие подходы:

- 1) отобразить территориальные границы всего федерального округа, а также его субъектов РФ.
- 2) обеспечение взаимосвязи между семантической информацией и базами данных;
- 3) создание реестра исследуемых объектов инженерной инфраструктуры, который будет включать следующие дополнительные атрибуты:

- категория инженерной инфраструктуры (транспортная, промышленная, строительная, электроэнергетическая);
- вид объектов инженерной инфраструктуры (ОИИ) (аэропорт; транспортные линии и узлы; водо- и газопровод; кабельная система и т.д.);
- назначение ОИИ (обслуживание потребителей; циркуляция товарных потоков; функционирование субъектов рыночной экономики);
- физические характеристики ОИИ (физический, экономический, моральный, экологический износы);
- временные характеристики (ввод в эксплуатацию; стадии жизненного цикла объекта).

Пользователи системы являются научные работники, специалисты инженерных категорий, работники управляющих компаний. Предполагается работать в атласной интерактивной системе как в автономной программе на электронных носителях с индивидуальным программным обеспечением и надстройками, так и с помощью Глобальной сети (интернет) посредством Веб-интерактивных модулей.

Таким образом, имея реестр пространственных данных о характеристиках ОИИ на территорию (совокупность территорий) и их согласованность между собой, будут доступны различные по сложности управленческие решения задач многих отраслей деятельности.

Исходя из выше сказанного, в обеспечении безопасности как одного из главного условия устойчивого развития территории ЮФО РФ приоритетной задачей выступает формирование целостной атласной интерактивной системы для управления объектами инженерной инфраструктуры. Основной целью создания интерактивного атласа является обеспечение процесса принятия решений, в содействии укреплению целостности политики в экономической и экологической отраслях, информировании общества [2].

АИС способна решать ряд объективных экономико-социальных проблем, а также и субъективных, которые связаны с отсутствием отвечающей сегодняшним условиям информационной политики. Традиционные технологии обмена информации не удовлетворяет необходимый уровень объективности, надежности и оперативности передачи непрерывно возрастающего потока информации. В свою очередь, преимущества интерактивного режима заключаются в сверхвысокой скорости обработки данных, которая не сказывается на технологии действий пользователя. Разработанная методика обладает важнейшими свойствами: актуальностью (решение поставленных

задач); целенаправленностью (максимизация использования имеющихся параметров и ресурсов для получения результата); реалистичностью (существующая картографическая основа); полнотой (большой спектр тематической информации); привлекательностью (использование в различных отраслях); логичностью построения и культурой картографического оформления (понятный интерфейс для пользователя).

Создание АИС по методике интерактивного атласа ЮФО РФ будет отвечать многозадачностью, включая развитую систему гиперссылок. АИС способен обладать теоретической и практической эффективностью, создающей информационные предпосылки поиска стратегий и конкретных путей эколого-экономически сбалансированного освоения и развития территории.

#### Литература

1. Патов А.М., Яроцкая Е.В. Проблемы применения ГИС в управлении земельными ресурсами на муниципальном уровне // Научное обеспечение АПК: сб. ст. по мат. 71-й научн.-практ. конф. студентов по итогам НИР за 2015 г. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – с. 264 – 267.
2. Яроцкая Е.В. Ресурсный потенциал регионов как основа их устойчивого развития // Инвестиции, строительство и недвижимость как материальный базис модернизации и инновационного развития экономики: мат. V Всероссийская науч.-практ. конф. с международным участием / Под общ. ред. Т.Ю. Овсянниковой. – Томск: ТГАСУ, 2015. – с. 44 – 56.
3. Яроцкая Е.В. Оценка влияния ресурсного потенциала аграрного региона на его устойчивое развитие / Е.В. Яроцкая, А.В. Хлевная // Менеджмент в России и за рубежом. – М., 2016. – №1. – С. 59 – 64.

### **АНАЛИЗ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПО МАТЕРИАЛАМ ЗАКАЗНИКА ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ «ТЮМЕНСКИЙ» НИЖНЕТАВДИНСКОГО РАЙОНА**

**Е.А. Шумилова**

Научный руководитель доцент М.А. Подковырова  
*Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия*

Особо охраняемые территории (ООТ) являются частью мировой системы охраняемых территорий, получающих долговременную консервацию и защиту благодаря их общепризнанному природному, экологическому или культурному значению. Анализ функционирования таких территорий позволяет оценить степень взаимодействия компонентов природной среды между собой, а также выявить возможное негативное воздействие на данные объекты со стороны внешней среды. В качестве объекта исследования выступает заказник федерального значения «Тюменский» Нижнетавдинского района, Тюменской области.

С целью установления ландшафтного состояния территории, нами проведен ландшафтный анализ с использованием материалов дистанционного зондирования Земли и имеющихся сведений (материалов) о заказнике. По результатам ландшафтного анализа впервые на территорию исследуемого заказника была разработана ландшафтная карта.

В состав заказника входят три государственных памятника природы, представляющих собой *уникальные ландшафты* (таблица 1).

Заказник «Тюменский» расположен в юго-западной части Западно-Сибирской низменности, на территории Нижнетавдинского района, в системе Тарманского, озерно-болотного массива, в междуречье среднего течения р.Тавды и р.Туры. Площадь заказника 53 585 га. Его территория представляет собой пологоволнистую равнину, сложенную озерно-аллювиальными отложениями.

Большую часть заказника составляют болотные комплексы (около 48,4% от общей площади). Заказник включает мощную систему озер (Большое Тарманское, Шайтанское и т.д.), составляющую 7,3% от площади заказника, что подтверждает сильное влияние данной системы на прилегающие к заказнику территории [1].

*Типичными ландшафтами заказника* являются хорошо дренированные пологоволнистые равнины с сосново-березовыми и березовыми парковыми травяными лесами на дерново-подзолистых почвах правобережья Тавды и хорошо дренированные высокие междуречные равнины.

Плоские бугристые аллювиальные террасы покрыты сосновыми травяными и мохово-травяными лесами на дерново-подзолистых почвах.

Плоские поверхности верховий реки Ахманки и береговые террасы заняты болотными ландшафтами, представляющими собой плоские гипново-осоковые болота с торфяными залежами по их окраинам и торфяно-глевыми почвами.

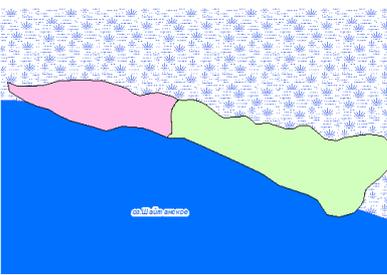
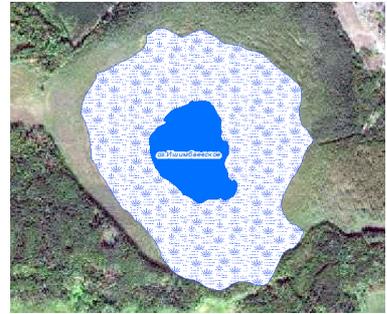
Разработанная в рамках проведенного исследования ландшафтная карта территории исследуемого заказника, положена в основу проведения анализа её функционирования. При этом, нами установлена необходимость учёта полифункциональности особо охраняемых территорий, так как конкретизация режима позволяет наиболее точно:

- регламентировать мероприятия в пределах каждой зоны;
- установить оптимальный уровень рекреационной нагрузки;
- установить правила внутреннего распорядка.

**СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР  
НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ**

*Таблица*

**Памятники природы заказника федерального значения «Тюменский»**

Памятник природы	Карта	Характеристика
Урочище «Орлы»	 <p align="center"><b>Обзорная карта</b></p>	<p>Уникальный природный комплекс, представляющий собой хорошо дренированные приречные участки долины реки Ахманки, занятые смешанным реликтовым широколиственным лесом, в котором основные лесообразующие породы - пихта сибирская и ель сибирская дополняются кедром, березой повислой, а в северной части урочища - липой сердцелистной. В связи с труднодоступностью памятник природы практически не затронут антропогенным влиянием.</p>
Липняк «Шайтанский»	 <p align="center"><b>Фрагмент ландшафтной карты выделенным памятником природы (по Е.А. Шумиловой)</b></p>	<p>Уникальный природный комплекс, представляющий собой ассоциации реликтового широколиственного леса, состоящего из двух плавно сменяющихся сообществ - чистого липняка (в западной части урочища) и липово-елово-березового леса в восточной части урочища. На хорошо дренированном сухом берегу оз. Шайтанское произрастает реликтовая липа сердцелистная с незначительной примесью березы и осины на участке площадью 30 га, который имеет вытянутую форму. С севера реликтовый липняк окаймлен сплошным болотным массивом. Экологическое состояние территории памятника природы удовлетворительное.</p>
Озерно-болотный комплекс «Ишимбай»	 <p align="center"><b>Фрагмент ландшафтной карты с выделенным памятником природы (по Е.А. Шумиловой)</b></p>	<p>Уникальный природный комплекс, являющийся эталоном болотной растительности. В ландшафтном отношении на данной территории выделяются плоские недренированные участки, сложенные болотными отложениями, занятые кустарниково-сфагновыми сообществами на суглинистых торфяно-глеевых почвах. Территория используется для сбора дикоросов. Экологическое состояние территории памятника природы удовлетворительное. Территория данного памятника природы является звеном экологического каркаса Тюменской области.</p>

В настоящее время, функциональное зонирование государственных природных заказников, являющихся одной из наиболее распространенных категорий особо охраняемых территории и Российской Федерации, не предусмотрено [2].

На основании комплексного анализа природных компонентов и комплексов территории заказника федерального значения «Тюменский» Нижнетавдинского района предлагается выполнить функциональное зонирование с выделением следующих функциональных зон [3]:

- зону особой охраны природных комплексов, предназначенную для сохранения уникальных природных комплексов, мест обитания редких растений и животных, а также для восстановления нарушенных ландшафтов;
- зону традиционного хозяйственного использования (в пределах данной зоны разрешаются основные виды традиционного хозяйственной деятельности, обеспечивающие устойчивое использование природных ресурсов, примером таких видов хозяйственной деятельности является сбор дикоросов, лекарственно-технического сырья и любительское рыболовство);
- природоохранную зону (выделяется с целью сохранения ландшафтно-экологической целостности природных комплексов и их защиты от возможных нарушений, таких как браконьерство, проведение

различных рубок древесных и кустарниковых пород, выпас скота и его прогон по территории заказника, проезд личного механизированного и гужевого транспорта, обустройство ночлегов и лагерей).

Выделение данных функциональных зон, на наш взгляд:

- не будет противоречить основным целям создания данного заказника;
- будет способствовать лучшей организации функционирования и использования его территории;
- создаст условия наиболее устойчивого в экологическом плане развития территории заказника.

По результатам проведенного ландшафтного анализа и предварительного функционального зонирования можно сделать вывод, что:

1. Заказник федерального значения «Тюменский» является уникальным природным комплексом, в котором тесно взаимодействуют компоненты природной среды.
2. Изменение одного компонента неизбежно приведет не только к изменению остальных компонентов, но и трансформации всего природного комплекса в целом.
3. Комплексная оценка состояния, функционирования территории заказника, разработка ландшафтной карты, формирование функционально жизненных в условиях развития данной территории зон позволит сохранить уникальные составляющие данного заказника [4].

#### Литература

1. Исаченко А.Г. Основы ландшафтоведения и физико-географическое районирование / А.Г. Исаченко. – Москва: Изд-во Высш. шк., 1965. – 327 с.
2. Имыкшенова Э.Б. Функциональное зонирование особо охраняемых природных территорий / Э.Б. Имыкшенова // Вестник Бурятского Государственного университета. – Улан-Удэ, 2008. – Т.4. – С. 12 – 15.
3. Подковырова М.А. Организация использования земель памятника природы «Дендропарк им. П.С. Комиссарова» с элементами ландшафтного проектирования/ М.А. Подковырова // Земельные ресурсы Сибири: изучение, управление, реформирование: сб. науч. тр. – Омск: ОмГАУ, 2002. – С. 108 – 114.
4. Тюменцева Е.А. Карты комплексных экологических оценок / Е.А. Тюменцева // Актуальные проблемы обеспечения устойчивого развития Тюменского района: материалы 66-й студенческой научной конференции – Тюмень, 2015. – Вып.1. – С.37 – 38.

## ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ И РЕОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗОН В Г. ТОМСКЕ Ю.А. Югина

Научный руководитель старший преподаватель М.В. Козина  
*Национальный исследовательский томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Статус промышленного центра г. Томск приобрел еще в 40-е годы, так как во всей стране возникла необходимость производства различного рода военной продукции. В послевоенный период город продолжил развиваться в новоприобретенном качестве: за пять лет после войны томские заводы освоили более 80 наименований гражданской продукции [3]. В это же время началось строительство промышленного комплекса по производству урана и плутония, а вместе с ним и закрытого поселения Северск на расстоянии 30 км от Томска.

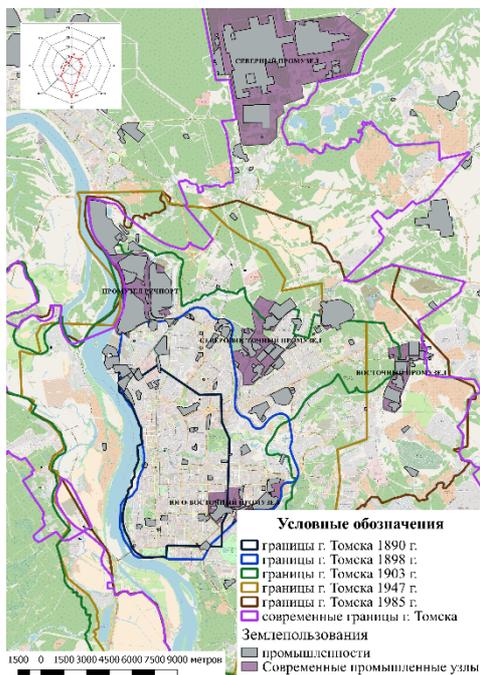
Изначально вся промышленность была сосредоточена за пределами города. Такое размещение наиболее рационально, так как производственные зоны в этом случае не пересекаются с жилыми и общественными территориями, и деятельность промышленных объектов не создает экологических проблем внутри городской среды. Но с ростом города и расширением его границ в связи с процессом урбанизации (рис. 1) многие промышленные объекты постепенно оказались внутри городской черты, что стало проблемой для современной градостроительной ситуации.

Таким образом, возникла необходимость выделения специализированных зон для размещения производственных объектов. На сегодняшний день выделены следующие территории их концентрации (рис. 2):

1. Северный промзвезд - самая крупная производственная территория г. Томска, где размещены наиболее вредные промышленные объекты (I - II классы вредности) ООО «Томскнефтехим» (ТНХК), ТЭЦ-3. Западнее находится Сибирский химический комбинат в г. Северск. Часть территории промышленного узла находится в резерве для размещения новых производств.
2. Северо-Восточный промзвезд. Здесь расположены заводы по производству железобетонных изделий. Согласно территориальному зонированию промышленные объекты на данной территории должны относиться к III - IV классу вредности.
3. На территории Восточного промзвезда размещены производственные объекты НПО «Вирион», приборный завод. Класс вредности объектов здесь установлен III или IV.
4. Промзвезд Речпорт расположен на берегу р. Томь. Здесь находятся нефтебаза, заводы по производству ДСП и ЛДСП. Данные производственные объекты относятся к III, IV классу вредности.
5. Территория Юго-Восточного промзвезда окружена жилыми и общественно-жилыми зонами. При этом здесь размещены объекты, относящиеся ко II классу вредности (ГРЭС-2). Также здесь расположены домостроительный комбинат ТДСК и объекты ЗАО «Сибкабель», относящиеся к III классу вредности.
6. Локально расположенные производственные объекты в селитебных зонах. Сюда относятся Электроламповый и Электромеханический заводы, ОАО «Томское пиво» и др. Уровень экологического воздействия данных объектов на окружающую среду не должен превышать III - IV класс вредности.

## СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

На основании положений Генерального плана г. Томска [1] ниже перечислены основные проблемные факторы сложившейся городской среды, связанных с размещением производственных зон.



**Рис. 1** Изменение границ г. Томска и размещение его производственных зон



**Рис. 2** Расположение основных промышленных узлов г. Томска

1. Чересполосное функциональное зонирование территории Томска. Это значит, что жилые зоны в некоторых районах находятся в непосредственном соседстве с производственными. Значительная часть жилых объектов находится в границах санитарно-защитных зон производств. Такое их расположение не только нарушает требования СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 [4], но и приводит к созданию неблагоприятных условий проживания значительного количества населения.

2. Нерациональное использование производственных территорий. Особенно остро стоит проблема пустующих земельных участков бывших производств, закрытых или вынесенных за черту города. Ярким примером является использование территории, принадлежавшей ранее Томскому инструментальному заводу [2]: после того, как его производственные мощности были перенесены в п. Лоскутово, на его месте планировалось создание торгового центра, но изменений до сих пор не произошло.

3. Недостаточная связность городского пространства. Эта проблема является следствием первой: из-за смешения жилых, общественных и производственных зон недостаточно развиты транспортные и социальные связи жилых микрорайонов, производственных зон и других планировочных фрагментов города.



**Рис. 3** Полученные границы зоны влияния производств СПУ

Таким образом, при планировании территории и размещении объектов жилого, общественного или производственного назначения необходим комплексный подход с учетом всех факторов воздействия. Сложившиеся тенденции развития и реорганизации производственных территорий обусловлены особенностями размещения промышленных и производственных объектов вблизи селитебных зон. Основными направлениями градостроительной стратегии по реорганизации производственных зон являются замена старого оборудования и технологий на новые с целью сокращения зоны их влияния, и, соответственно, уменьшения размеров санитарно-защитных зон; а также улучшение внешнего вида фасадов производственных зданий и сооружений для их соответствия общей архитектурной концепции города.

#### Литература

1. Генеральный план. Приложение № 1 к решению Думы города Томска от 27.11.2007 № 687 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.admin.tomsk.ru>.
2. Попов, В.К. Редевелопмент как средство экологизации землеустройства урбанизированных территорий / В.К. Попов, С.В. Серяков, Р.Э. Серякова / Известия ТПУ. 2014. Т. 325. № 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://izvestiya.tpu.ru>.
3. Сазонова, Н.И. История Томска: курс лекций / Н. И. Сазонова. – Томск: Изд-во ТГПУ, 2004. – 156 с
4. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

## WOODLAND BELTS AS A NATURAL SOLUTION TO RESILIENT WATER ENVIRONMENT IN DENSELY POPULATED WORLD

G. Babur-Caratelli\*, M. Potter

*Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR), Tomsk, Russia, University of the Netherlands*

### 1. Introduction

It is known that the needs of increasing populations globally, coupled with climate change, will put water resources under large and growing pressures [1]. Trees and forests will play an increasingly important role, regulating the hydrological cycle in different landscapes and climates [2]. They moderate water budgets, clean water and reduce both erosion and runoff. Trees and forests also play a central role in global food security, protection of biodiversity and in economic development. Besides, the forestry sector contributes greatly to national development goals, and provides more than 8 percent of gross domestic product in some developing countries [3]. The negative effect of forest degradation and deforestation is well recognized in the global sustainability discourse. Yet we are losing forests.

Sustainable management of the remaining forest and restoration of degraded forests is essential to secure and sustain water resources. Nevertheless, over the past 50 years, about half the world's original forest cover has been lost. Degradation of forests and loss of forest cover is a major global threat. Deforestation is occurring at alarmingly high rates, especially in areas of the world that have high levels of population growth [2]. However, why new forests are not planted at high rates if they are so important for the environment and population? The reason is simple: there is almost no space for new forests in our densely populated world.

In our work, we propose as easy and flexible alternative to new forests, which can be embedded and successively used in the densely populated world. This solution is called woodland belts.

### 2. Woodland Belts in Resilient Water Environment

Woodland (shelter or forest) belts (WB's) are protective forest plantations, consisting of two or more rows of trees and shrubs, situated among croplands, pastures, orchards, along roads, irrigation and navigation canals, railways, on the slopes of ravines etc. [4]. Woodland belts should be considered not as a number of trees and shrubs only, but as a complex system including soil of the forest plantation, grass there and its inhabitants, as well.

Woodland belts are an easy alternative to forests, where a large amount of trees can grow, as well. They can be rather easily integrated into rural agricultural and urban areas, where a place for a forest can be hardly found.

As an alternative to forests, woodland belts can also play a crucial role in the hydrological cycle. They also can influence the amount of water available and regulate the division between surface and groundwater flows [2]. To the certain extent, trees in woodland belts, as well as trees in forests, can regulate precipitation at the continental scale through moisture feedback.

Woodland belts can be used to create resilient landscapes due to their possibility to manage water resources based on their role in infiltration, evapotranspiration, surface runoff and sub-surface flows.

Knowledge on trees, soil, water, climate and anthropogenic factors would allow determination of optimal design and location of woodland belts in different landscapes. Smart implementation of forest belts can help building resilient landscapes or rehabilitate existing landscapes with resulting benefits for everybody. The presence of woodland belts can be for benefit of water regulation and management.

### 3. Benefits and Features of Woodland Belts

Woodland belts also provide a number of additional benefits and features:

- Binding of CO<sub>2</sub> for reduction of the greenhouse effect. Compensation of the industrial CO<sub>2</sub> emissions. Forests belts, as well as real forests, accumulate carbon and are counted as carbon dioxide sink.

## *СЕКЦИЯ 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ*

---

- Enrichment the air with oxygen. The amount of oxygen produced by a tree depends on the species of tree, its age, its health, and also on the tree's surroundings. In average, a single mature tree can release enough oxygen back into the atmosphere to support 2 human beings [5].
  - Preservation and increase of biodiversity, which loss is actually threat in every region of the world. SB's can help with pollination of plants via wild bees, in particular. In urban areas they have no place to live. In rural areas, pesticide use has significantly reduced the population of wild bees, what now leads to higher costs in agriculture according to internet search.
  - The narrow long aspect ratio of a woodland belt prevents harmful large animals from living there, but gives birds of prey an excellent opportunity to live there.
  - WB's can strengthen topsoil. When high winds and heavy rain sweep exposed topsoil away, hillsides erode. Planting trees, shrubs and grass can help stabilize embankments along the highways by providing a root system to stabilize the soil. Varying heights of vegetation can stagger rainfall, decreasing its impact on the ground.
  - Water ditch irrigation needed for maintaining the woodland belt is excellent opportunity for controlled drainage of the area along such infrastructure elements as roads etc.
  - The use of SB's has a positive effect on wind modes, decrease of wind velocity.
  - Planted along roads, woodland belts can decrease the noise pollution produced mainly by transportation especially in urban and suburban areas.
  - WB's are flexible objects. They can have a different geometry and contain different species of trees, shrubs and grass. They can be designed taking into account climate conditions and soil structure.
  - WB's can be designed sufficiently transparent to prevent keeping any undesirable objects in them.
  - Woodland belts can provide a positive esthetic effect on people. People associate beautifully landscaped areas with a higher quality of life. This is important in attracting businesses and sustaining growth in the community. Some additional aspects that can be anticipated are:
  - Planting woodland belts, in general, doesn't bring financial profit, they are not commercially easy to get interested. Therefore, planting forest belts should be supported at a high level to run on subsidies.
  - Growing trees in polluted environments and/or on depleted soil can demand extra costs for irrigation and fertilization during the first until trees develop strong root system and produce enough leaves or needles to fertilize the soil.
  - Maintaining the trees (cutting overhanging branches etc.) is a chore. Therefore, a service track is needed for maintenance of woodland belts.
  - Seasonal effect of leaves and foliage, which should be taken into account.
  - Though woodland belts are not suitable for harmful large animals for living there, smaller animals can live there and be disturbing.
  - A strip of land along roads (for example, a band width of some 5-20 m), preferably on the both sides, is needed. It is not always possible in existing built-up areas. However, woodland belts can be planned at the stage of design of new urban areas, where forests cannot be planted.
4. Conclusions

In this paper, the cheap, practical and efficient solution is presented for decision makers in forest-related water management. This solution is called woodland (forest, shelter) belts and can be rather easily implemented in the densely populated world.

Active introduction and use of woodland belts in the urban and rural areas can assist building resilient water environments and ecologically sustainable societies.

Woodland belts, by analogy with forests, can be used for maintaining and improving water regulations alongside increased food production and sustainable livelihoods. Broad implementation of woodland belts contributes to the Sustainable Development Goals by enhancing environmental sustainability and, therefore, can catalyze positive global changes.

### References

1. J.D. Sachs, The Age of Sustainable Development, Columbia University Press, 2015.
2. Water, forests, people - building resilient landscapes, SIWI Report №36.
3. Contribution of the Forestry Sector to National Economies, 1990-2011; Food and Agriculture Organization of United Nations, Forest Finance Working Paper FSFM/ACC/09.
4. Пасько О.А. Оценка лесных ресурсов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 128 с [in Russian].
5. M. McAliney, Arguments for Land Conservation: Documentation and Information Sources for Land Resources Protection, Trust for Public Land, Sacramento, CA, December, 1993.

## ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.

### СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ В МЫШЕЧНОЙ И КОСТНОЙ ТКАНЯХ ОКУНЯ ИЗ ВОДОЁМОВ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ОБИ

**В.В. Абрамова**

Научный руководитель доцент Н.А. Осипова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Приведены результаты оценки содержания ртути в мышечной и костной тканях речного окуня - одного из основных промысловых видов рыб обского бассейна. Данный вид рыбы в соответствии с экологическими характеристиками относится к представителям ихтиофауны равнинных рек. Установлено, что в мышечной ткани исследуемых образцов содержание металлов не превышает допустимых для пищевой продукции значений.

Ключевые слова: бассейн р. Обь, тяжелые металлы, речной окунь, ртуть, аккумуляция.

Интерес к содержанию тяжелых металлов в рыбах водоемов Западной Сибири резко возрос сравнительно недавно и связан с увеличением антропогенной нагрузки на водоемы этого региона, нарушающей естественный круговорот химических элементов в биосфере [4].

Аккумуляция химических элементов в рыбах зависит как от поступления веществ в абиотическую среду, так и от других факторов, а именно: принадлежность особи к тому или иному виду, возраст и физиология гидробионта, тип питания, условия внешней среды, где формируется уровень воздействия.

Тяжелые металлы - высокотоксичные вещества, которые образуют стойкие соединения в организме. Особенность и значимость тяжелых металлов в том, что они не разрушаются в любых условиях, а лишь меняют форму нахождения, постепенно накапливаясь в различных компонентах экосистемы, в том числе и в гидробионтах [1]. Даже при относительно низких концентрациях во внешней среде тяжелые металлы активны и способны накапливаться в рыбах с характерной локализацией в органах и тканях.

Ртуть (Hg) является наиболее опасным загрязняющим веществом из группы тяжелых металлов. Внимание, проявляемое к проблеме загрязнения окружающей среды этим элементом, объясняется высокой токсичностью соединений ртути для живых организмов [2].

В связи с нарастающим уровнем загрязнения водоемов ртутью наиболее серьезной проблемой является её способность накапливаться в живых организмах, при этом уровень аккумуляции элемента повышается по пищевой цепи. Ртуть в организме рыб в наибольшем количестве способна накапливаться в печени и в мышечной ткани [7].

В качестве основного тест-объекта был выбран окунь по нескольким причинам. Во-первых, этот вид обладает резистентностью к рН фактору: переносит кратковременное падение рН воды в весенний период ниже 4,0, а при прогрессирующем закислении водоема исчезает последним; во-вторых, окунь широко распространен в пресных водоемах Северо-Запада; в-третьих, он зачастую, в отсутствие крупных хищников в водоеме, занимает положение на вершине водной трофической цепи; в-четвертых, окунь представляет собой объект промысла и спортивного рыболовства [3].

В Томской области хорошо развита речная сеть, и жители населенных пунктов, расположенных по берегам рек и озёр (в особенности деревень и сел), активно занимаются рыбной ловлей и употребляют рыбу и рыбные продукты в пищу. В связи с этим, целью работы является исследование мышечной и костной тканей окуня на содержание ртути. Для анализа использовали окуней, выловленных на территории Каргасокского, Зырянского и Шегарского районов. Объектом исследования являлась рыба из водоемов, содержание ртути в мышечной и костной тканях речной рыбы стало предметом исследования.

В работе было использовано 7 проб костной ткани и 7 проб мышечной ткани обыкновенного окуня, в каждую из которых входило 4-10 рыб. Мышечная ткань отделялась и измельчалась, костная ткань подвергалась сушке и дальнейшему измельчению до порошка. Содержание ртути в них было исследовано с помощью ртутного анализатора РА-915+ с приставкой ПИРО-915+, предназначенных для измерения концентрации ртути в твердых пробах сложного состава методом пиролиза без предварительной минерализации. Полученные данные приведены в таблице.

Предельно допустимая концентрация ртути в пресноводной хищной рыбе, как в продукте питания, составляет 600 мкг/кг [5].

В данном исследовании было выявлено содержание ртути 188,8-537,6 мкг/кг - в мышечной ткани, 171,9-364,6 мкг/кг - в костной ткани. Содержание ртути в пробах мышечной и костной тканей речного окуня не превысило предельно допустимые концентрации.

В работе [6, 8] было выявлено содержание ртути 8-119 мкг/кг - в мышечной ткани, 36-556 мкг/кг - в костной ткани обыкновенного окуня бассейна реки Оби. Содержание ртути в пробах так же не выходило за пределы предельно-допустимых концентраций. По данным П.А. Попова, основанным на анализе большого числа

экспериментальных данных [1], среднее содержание ртути в мышцах рыб Сибири оценивается как 260 мкг/кг сырой массы, а в скелете - 190 мкг/кг.

Таблица

Содержание ртути в костной и мышечной тканях окуня обыкновенного (*Perca fluviatilis*) в некоторых водоемах Томской области

Номер пробы	Наименование пробы	Район	Водоем	Дата отбора	Содержание ртути в костной ткани, мкг/кг	Содержание ртути в мышечной ткани, мкг/кг
№1я17	Обыкновенный окунь ( <i>Perca fluviatilis</i> )	Каргасокский	р. Тым	9.01.2017	289,2±57,84	-
№2я17	Обыкновенный окунь ( <i>Perca fluviatilis</i> )	Каргасокский	р. Сангилька (п. Киевский)	8.01.2017	311±62,2	-
№3я17	Обыкновенный окунь ( <i>Perca fluviatilis</i> )	Каргасокский	оз. Балкино	15.01.2017	324,4±64,88	-
№4я17	Обыкновенный окунь ( <i>Perca fluviatilis</i> )	Каргасокский	р. Обь (п. Усть-Тым)	19.01.2017	364,6±72,92	276,2±55,24
№5я17	Обыкновенный окунь ( <i>Perca fluviatilis</i> )	Каргасокский	оз. Малое Выдровское	15.01.2017	270,9±54,18	308,6±61,72
№6о17	Обыкновенный окунь ( <i>Perca fluviatilis</i> )	Шегарский	р. Обь (п. Победа)	5.10.2017	171,9±48,13	537,6±107,52
№7о17	Обыкновенный окунь ( <i>Perca fluviatilis</i> )	Шегарский	р. Обь (п. Победа)	20.10.2017	187,6±52,53	190,8±53,42
В1	Обыкновенный окунь ( <i>Perca fluviatilis</i> )	Зырянский	устье р. Лаба, 3,3 км от с. Чердаты	4.02.2016	-	199±55,72
В2	Обыкновенный окунь ( <i>Perca fluviatilis</i> )	Зырянский	оз. Уюк, с. Чердаты	01.02.2016	-	188,8±52,86
В3	Обыкновенный окунь ( <i>Perca fluviatilis</i> )	Зырянский	р. Чулым, 12,2 км от с. Чердаты	05.02.2016	-	206,6±57,85

Можно отметить, что содержание ртути в рыбе изученных водоемов Каргасокского района, в целом, выше, чем в рыбе исследованных водоемов Зырянского и Шегарского районов. Каргасокский район является районом интенсивной нефтедобычи, из чего был сделан вывод о возможном влиянии добычи и использования нефти и природного газа на выбросы ртути в окружающую среду.

Литература

1. Байманова А.Е. Изучение форм соединений хрома и некоторых других тяжелых металлов в потоке воды р. Илек / А.Е. Байманова, Ж.К. Махамбетова, М.Ж. Жубаниязова // Молодой ученый. - 2016. - №8.2. - С. 60-64.
2. Лучшева Л.Н., Ковековдова Л.Т., Назаров В.А. Содержание ртути в промысловых видах рыб озера Ханка [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/soderzhanie-rtuti-v-promyslovyh-vidah-ryb-ozera-hanka>
3. Моисеенко Т.И., Шарова О.Н. Физиологические механизмы деградации популяций рыб в закисленных водоемах // Экология. - 2006, - №4. - С. 287-293.
4. Попов П.А. Оценка экологического состояния водоемов методами ихтиоиндикации. Новосибирск, 2002.
5. СанПиН "Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов" от 06.11.2001 № 2.3.2.1078-01 // Еженедельное приложение к газете "Учет. Налоги. Право". 01.09.2002 г. № 16.
6. Степанова К. Д., Осипова Н. А. Оценка содержания ртути в речном окуне бассейна р. Оби // Проблемы геологии и освоения недр: труды XIX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 70-летию юбилею Победы советского народа над фашистской Германией, Томск, 6-10 Апреля 2015. - Томск: Изд-во ТПУ, 2015 - Т. 1 - С. 651-652.
7. Чаплыгин В.А. Содержание ртути в мышцах гидробионтов Каспийского моря / В.А. Чаплыгин, Т.С. Ершова, В.Ф. Зайцев // Вестник АГТУ. - 2016, -№2 - С. 108-112.

8. Evaluation of metal content in perch of the Ob River basin [Electronic resource] / N. A. Osipova, K. D. Stepanova, I. A. Matveenko // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - 2015. - Vol. 27: Problems of Geology and Subsurface Development. - [012041, 5 p.].

## ИНДИКАТОРНАЯ РОЛЬ LA/Yb СООТНОШЕНИЯ В КОМПОНЕНТАХ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ (НА ПРИМЕРЕ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ)

Е. В. Агеева

Научный руководитель профессор, д.б.н. Н.В. Барановская  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Содержания редкоземельных элементов и соотношения между разными элементами в горных породах и соотношение между ними, являются важной геохимической характеристикой, помогающей изучать ход естественных процессов, в первую очередь - магматической дифференциации [2]. Кроме того, по характеру соотношений редкоземельных элементов друг к другу наблюдают отличия геологических образований, выявляют определенные закономерности их распределения [1, 4]. В настоящее время все чаще редкоземельные элементы используются в качестве индикаторов геохимической составляющей окружающей среды, а также в качестве оценочных показателей в эколого-геохимическом районировании территории [3].

С использованием инструментального нейтронно-активационного анализа нами были проанализированы на содержание редкоземельных элементов пробы почвы (184 пробы), солевых отложений питьевых вод (накипь) (278 проб), биосубстратов человека (волосы (562 пробы), кровь (232 проб)), отобранные на территории Томской области. Полученные результаты позволили проанализировать La/Yb соотношение в компонентах природной среды.

Распределение населенных пунктов по La/Yb соотношению в почве (рис. 1) равномерное. Величина соотношения варьирует незначительно, от 7,4 до 13,6. Населенные пункты Верхнетокского района (Катайга, Ягодное, Степановка, Сайга, Санджик) характеризуются минимальными содержаниями лантана и иттербия. Кроме того, минимальные содержания отмечаются в н.п. Иловка, величина La/Yb соотношения в данном н.п. максимальная (13,6). Максимальные содержания La и Yb отмечаются в Филимоновке (La/Yb соотношение - 8,3), повышенные содержания отмечены нами в н.п. Кожевниково, Коломинские Гривы. Максимальное содержание лантана характерно для н.п. Панычево. В целом почвы населенных пунктов Бакчарского района характеризуются повышенными значениями La/Yb соотношения (>10).

В свою очередь при анализе La/Yb соотношения в солевых отложениях питьевых вод (накипь) (рис. 2) было отмечено, что н.п. Степановка характеризуется аномально высокими содержаниями Yb и максимальными La. Такое различие между двумя компонентами может быть связано с нахождением редкоземельных элементов в растворенном виде, их присутствие в местных водах и поступлении в накипь. Кроме того, высокие содержания иттербия отмечаются в н.п. Четь, Белый Яр (Тегульдетский район), Четь. В данных населенных пунктах содержания легких (La) и тяжелых (Yb) редкоземельных элементов различаются незначительно, вследствие чего величина соотношения близка к 1. Максимальная величина La/Yb соотношения отмечается в н.п. Варгатер и равна 188,3.

Содержания иттербия в биосубстратах человека (волосы, кровь) в большинстве проб находятся на уровне предела определения. Но в некоторых пробах имеются исключения (рис. 3). Так, на территории Зырянского района выделяется н.п. Громышовка, для которого наблюдается аномально высокое содержание Yb в волосах (La/Yb соотношение - 1,4). На территории Бакчарского района выделяются н.п. Крыловка и Подольск, для которых так же наблюдаются высокие содержания Yb (La/Yb соотношение - 4,1 и 5,7 соответственно). Населенные пункты Томского района выделяются максимальными содержаниями лантана (Черная Речка (Юкса), Половинка, Томск) и максимальной величиной соотношения (Георгиевка - 59,5). Анализ La/Yb соотношения в крови (рис. 4) показал, что н.п. Северск и Наумовка выделяются высокими содержаниями иттербия. Лоскутово - максимальным содержанием лантана и максимальной величиной соотношения (28,0).

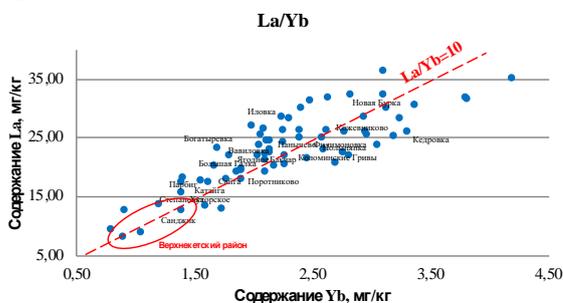


Рис. 1 La/Yb соотношение в почве Томской области

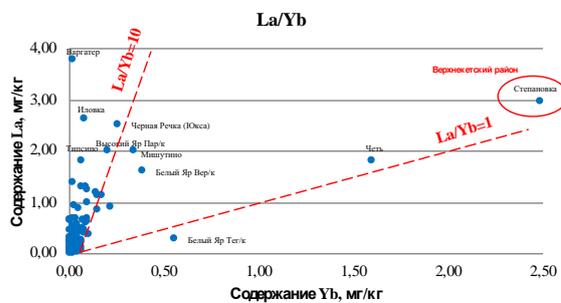


Рис. 2 La/Yb соотношение в солевых отложениях питьевых вод (накипи) Томской области

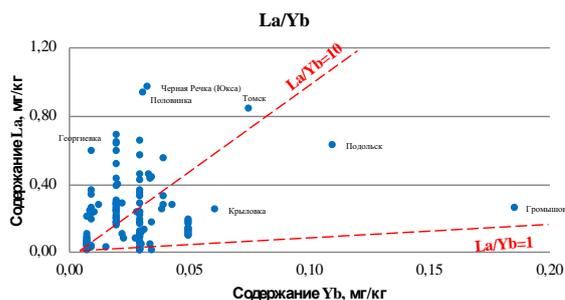


Рис. 3 La/Yb соотношение в волосах жителей Томской области

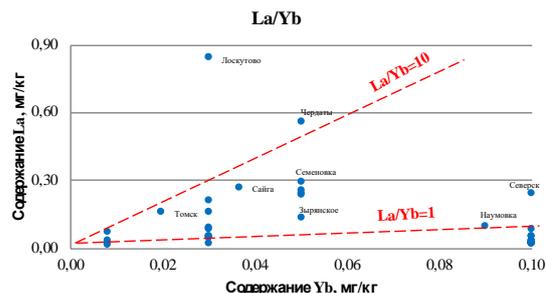


Рис. 4 La/Yb соотношение в крови жителей Томской области

Таким образом, соотношения редкоземельных элементов можно использовать в качестве индикаторов геохимической обстановки, но нужно учитывать, что показатели индивидуальны для каждого компонента природной среды.

#### Литература

1. Балашов, Ю.А. Геохимия редкоземельных элементов / Ю. А. Балашов; Академия Наук СССР; Институт геохимии и аналитической химии. - Москва: Наука, 1976. - 267 с.
2. Кембаев М.К. Формы нахождения редких земель в корках выветривания месторождений Северного Казахстана и их 3D-модели: Дисс. на соиск. ст. д-ра философии (PhD) // Казахстанский национальный исследовательский технический университет. - 2016.
3. Очерки геохимии человека: монография / Н.В. Барановская, Л. П. Рихванов, Т.Н. Игнатова и др.; Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во ТПУ, 2015. - 378 с.
4. Поцелуев А. А. Редкоземельные элементы в геологических образованиях Калгутинского месторождения (Рудный Алтай) / А. А. Поцелуев, В. И. Котегов, Д. И. Бабкин // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ]. - 2002. - Т. 305, вып. 6: Геология, поиски и разведка полезных ископаемых Сибири. - [С. 229 - 246].

## ОЦЕНКА КЛАССА ОПАСНОСТИ ЛИСТОВОГО ОПАДА ТОПОЛЯ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Ю.Э. Аксёнова

Научные руководители доцент Н.А. Осипова, доцент Д.В. Юсупов  
**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия**

Наземная часть растений, листья и ветви деревьев в местах интенсивного загрязнения из атмосферы несут осевшую из воздуха пыль и аэрозоль, содержащие тяжелые металлы. Количество пыли меняется в зависимости от времени года и дождей, частично смывающих частицы пыли и дыма. Листья тополя хорошо улавливают пылеаэрозоли из атмосферного воздуха и накапливают загрязняющие вещества из почвы [5, 9].

Состав пылеаэрозолей разнообразен, и в первую очередь он отражает геохимическую специализацию источников загрязнения - промышленных предприятий, транспорта и др. Для каждого из этих источников характерны выбросы тяжелых металлов в атмосферный воздух и их аккумуляция в листьях тополя. Согласно СанПиН 42-128-4433-87 I класс опасности - высоко опасные: Cd, As, Se, Hg, Pb, F, Zn; II класс опасности - умеренно опасные - Ni, B, Mo, Co, Sb, Cu, Cr; III класс опасности - мало опасные: V, W, Ba, Sr, Mn [6].

Листовой опад деревьев-озеленителей может рассматриваться как древесный отход, который содержит в себе накопленные из атмосферного воздуха различные химические элементы и их соединения. Поэтому на основе результатов химического состава биомассы листового опада тополя (ЛОТ) расчетным методом можно определить его классы опасности в условиях влияния химического загрязнения. Это позволит определить существует ли необходимость в уборке и переработке листового опада в осенний период времени на территории городов?

Определение класса опасности ЛОТ проводилось на примере г. Новосибирска расчетным путем для зон: 1 - городских лесов и парков, 2 - жилой застройки, 3 - промышленно-коммунальных территорий, 4 - зона влияния Новосибирского завода химконцентратов (НЗХК). Для определения класса опасности ЛОТ в условиях разной степени загрязнения городской территории г. Новосибирска было проведено исследование элементного состава ЛОТ, отобранного осенью 2015 года. Класс опасности ЛОТ как отхода определялся на основе результатов инструментального нейтронно-активационного анализа (29 проб) [8]. Оценка класса опасности ЛОТ в условиях г. Новосибирска проводилась в соответствии с СП 2.1.7. 1386-03 [7] и методики «Определение класса опасности токсичных отходов производства и потребления» [3].

По методике [3] расчет класса опасности ЛОТ - отхода состоит из набора показателей опасности компонента отхода. При оценке показателя опасности ЛОТ в качестве обязательного включается показатель информационного обеспечения (I), который характеризует обеспеченность первичной информации необходимой для оценки опасности компонента отхода. Информационный показатель определяется как деление числа

## СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.

показателей  $n$  с имеющейся информацией в нормативных документах и справочниках, на число показателей  $N=12$  необходимое для целой системы показателей ( $N=12$ ):

$$I = n/12 \quad (1)$$

Специфичностью информационного показателя является учет опасности компонента отхода, который обусловлен недостатком информации [1]. Помимо показателя информационного обеспечения использовались следующие показатели: предельно допустимые концентрации химического элемента в почве, водных объектах рыбохозяйственного назначения, водных объектах хозяйственно питьевого и культурно бытового водопользования, среднесуточная, максимально разовая в атмосферном воздухе населенных мест, классы опасности элемента в данных средах, средняя летальная доза (LD50), насыщающая концентрация вещества (компонента отхода) в воздухе при 20 °С и нормальном давлении ( $C_{нас}$ ) средняя смертельная концентрация вещества (LK50), растворимость вещества (компонента отхода) в воде при 20 °С ( $S$ ), персистентность [2].

Если в составе отходов имеется компонент с доказанной для человека канцерогенностью, то ему приписывается значение  $W_i = 1$ , тогда как остальные показатели опасности не учитываются, т. е.  $K_i = C_i / I = C_i$  [3].

Произведен расчет показателей степени опасности  $K_i$  ЛОТ для четырех зон, который зависит от концентрации опасного компонента в ЛОТ (табл. 1).

**Таблица 1**

**Соответствие показателей степени опасности компонента листового опада и его концентрации**

Показатели	Зоны	Zn	Cr (+6)	Fe	Sr	Rb	Hg	As	Sb	Co	U	Ba
Ci	1	1722,6	5,5	0,2	797,6	39,6	0,04	0,2	1,2	6,9	0,38	228,2
Ki		10,1	5,5	0,01	3,2	7,5	0,03	0,2	0,02	0,1	0,04	2,1
Ci	2	1233,3	8,6	0,2	1160,2	67,4	0,04	1,6	5,6	12,3	0,3	200,9
Ki		7,3	8,6	0,01	4,6	12,8	0,03	1,6	0,1	0,3	0,03	1,8
Ci	3	1349,3	11,3	0,3	799,6	46,2	0,09	9,4	2,3	7,1	0,9	213,9
Ki		7,94	11,3	0,01	3,2	8,8	0,05	9,4	0,04	0,1	0,1	1,95
Ci	4	1222,5	14,6	0,3	590,9	55,1	0,37	2,8	1,2	10,9	2	216,7
Ki		7,2	14,6	0,01	2,4	10,5	0,21	2,8	0,02	0,2	0,02	1,98

1 - зоны городских лесов и парков, 2 - зоны жилой застройки, 3 - зоны промышленно-коммунальных территорий, 4 - зона влияния НЗХК.

Показатель степени опасности  $K_i$  ЛОТ также зависит от коэффициента степени опасности компонента отхода. Это условный показатель, который численно равен количеству компонента отхода, ниже значения которого, компонент не оказывает негативного воздействия на окружающую природную среду.

В соответствии с критериями отнесения опасных отходов к классам опасности для окружающей природной среды [4] и с помощью данных о значениях суммарного показателя степени опасности  $K_i$  для четырех функциональных зон г. Новосибирска можно определить класс опасности ЛОТ как отхода. Для всех четырех зон он относится к четвертому классу опасности ( $100 \geq K_i > 10$ ) - малоопасные, отражающие низкую степень воздействия на окружающую природную среду (табл. 2).

**Таблица 2**

**Показатели степени опасности  $K_i$  в ЛОТ, в условиях разной степени антропогенной нагрузки**

№	Химические элементы	Усредненный параметр опасности, $X_i$	$LgW_i$	Коэффициент степени опасности, $W_i$	Показатель степени опасности $K_i$			
					Зоны городских лесов и парков	Зоны жилой застройки	Зоны промышленно-коммунальных территорий*	Зона влияния НЗХК
1	Цинк	2,86	2,23	170	10,1	7,26	7,94	7,19
2	Хром	2,62	1,94	87	5,5	8,6	11,3	14,6
3	Железо	2,25	1,5	31,6	0,01	0,01	0,01	0,01
4	Стронций	3	2,4	251	3,18	4,6	3,19	2,4
5	Рубидий	1,6	0,72	5,25	7,5	12,8	8,8	10,5
6	Ртуть	1,2	0,24	1,74	0,03	0,03	0,03	0,21
7	Мышьяк	2,6	1,92	83,2	0,2	1,6	9,4	2,8
8	Сурьма	2,4	1,7	53,7	0,02	0,1	0,04	0,02
9	Кобальт	2,4	1,7	50,1	0,1	0,3	0,1	0,2
10	Уран	1,8	0,96	9,1	0,04	0,03	0,1	0,02
11	Барий	2,7	2,04	109,7	2,1	1,8	1,95	1,98
Сумма:					28,8	37,1	42,9	40,1

\* включая зону влияния НЗХК.

Основу показателя степени опасности ЛОТ составили такие элементы как Zn (17,9-35,1 %), Cr (19 - 36,4 %), Rb (20,5 - 34,5 %), Sr (5,7-12,4 %) и Ba (4,9-7,3 %). Наибольший процентный вклад внесли Cr и Zn в условиях зоны промышленно-коммунальных территорий и отдельно в зоне влияния НЗХК.

Наименьший показатель степени опасности К<sub>i</sub> в ЛОТ наблюдается в зонах городских лесов и парков, для данных территорий рекомендуется его использование в качестве удобрения. Наибольший показатель степени опасности К<sub>i</sub> в ЛОТ наблюдается в зонах промышленно-коммунальных территорий, включая зону влияния Новосибирского завода химконцентратов, здесь же существует опасность накопления опасных химических соединений в почвенном покрове и растительности, поэтому рекомендуется утилизация ЛОТ как отхода в зависимости от его класса опасности.

#### Литература

1. Бариева Р.Н. «Анализ химического состава листвы и листового опада в комплексе мероприятий по мониторингу атмосферы нижекамской промышленной зоны, Диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук, Казань, 2014. - С. 95 - 96.
2. Беспамятников Г.П., Кротов Ю.А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Справочник. - Л.: Химия, 1985. - С. 335 - 527.
3. Комлачев М.Т., Заболотских Т.В. Определение класса опасности отходов производства и потребления. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. - С. 100 - 295.
4. Приказ Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 15.06.2001, №511 «Об утверждении Критериев отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды», 2001.
5. Рихванов Л.П., Юсупов Д.В., Барановская Н.В., Ялалтдинова А.Р. Элементный состав листвы тополя как биогеохимический индикатор промышленной специализации урбасистем // Экология и промышленность России, 2015. - № 6. - С. 51 - 63.
6. Санитарные нормы допустимых концентраций (ПДК) химических веществ в почве. Сборник важнейших официальных материалов по санитарным и противоэпидемическим вопросам. В семи томах. Том 2. В двух частях. Часть 2. - М.: МП "Рапог", 1992.
7. Свод правил: СП 2.1.7.1386-03 Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления, 2003.
8. Судыко А.Ф. Определение тория, скандия, урана и некоторых редкоземельных элементов в двадцати четырех стандартных образцах сравнения инструментальным нейтронно-активационным методом // Материалы V Международной конференции "Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека", Томск, 2016. - С. 620 - 624.
9. Юсупов Д.В., Рихванов Л.П., Барановская Н.В., Ялалтдинова А.Р. Геохимические особенности элементного состава листьев тополя урбанизированных территорий // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, 2016. - Т. 327. - № 6. - С. 25 - 36.

### **ЛИСТЬЯ ТОПОЛЯ (*POPULUS BALSAMIFERA L.*) КАК БИОГЕОХИМИЧЕСКИЙ ИНДИКАТОР РТУТНОЙ НАГРУЗКИ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДОВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ**

**С.Н. Александрова, Е.М. Турсуналиева**

Научные руководители доцент Д.В. Юсупов, научный сотрудник Е.Е. Ляпина

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия  
Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск, Россия**

Ртуть - это один из наиболее токсичных металлов, активный поллютант окружающей среды, подлежит строгому экологическому и гигиеническому контролю. Россия в 2014 г. подписала Минаматскую конвенцию - глобальное соглашение по контролю ртутного загрязнения [6], с 2013 по 2017 гг. (с продлением) реализует пилотный проект по разработке кадастра ртутных загрязнений на ее территории [7]. Основными антропогенными источниками выбросов ртути в атмосферный воздух в России являются предприятия черной, цветной металлургии, химической промышленности и теплоэнергетики [7].

Листья тополя рассматриваются как природный планшет-накопитель газообразных и твердофазных аэрозолей на урбанизированных территориях [10]. Изучение микрокомпонентов загрязнения атмосферного воздуха с помощью листьев тополя позволяет выявлять локальные и региональные источники загрязнения атмосферы, в том числе моделировать процесс выпадения ртути [8]. Это объект исследования весьма удобен для проведения биогеохимической съемки на территории городов в умеренных широтах, он позволяет проводить пробоотбор по относительно равномерной сети и отображать информацию в различных масштабах съемки.

Цель исследования - оценка уровней концентрации ртути в сухой массе листьев тополя для определения ртутной нагрузки на территории городов Алтайского края, где имеются объекты с накопленным ущербом окружающей среде.

Алтайский край расположен на юго-востоке Западной Сибири, граничит с Павлодарской и Восточно-Казахстанской областями Республики Казахстан. Алтайский край входит в список неблагоприятных регионов в стране по ряду экологических и социально-гигиенических показателей [3, 9]. Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха в крае являются предприятия теплоэнергетики, военно-промышленного комплекса, химической и коксохимической промышленности, машиностроения, металлообработки, а также автотранспорт. Влияние на качество атмосферного воздуха в регионе оказывают: ОАО «Алтайэнерго», ОАО «Алтай-Кокс», ОАО «Барнаултрансаш», ООО «Бийскэнерго», ОАО «Алтайхимпром», ОАО «Каучусульфат»,

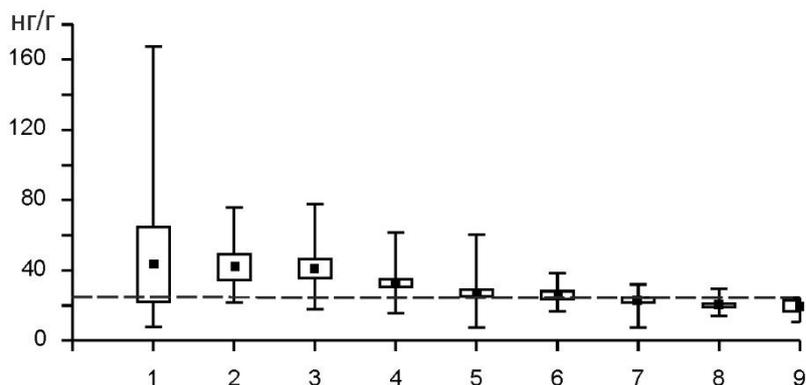
## СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.

Барнаульские ТЭЦ и другие предприятия [3]. Существенное влияние может оказывать трансграничное выпадение загрязняющих веществ, в том числе ртути, с территории сопредельного государства [2].

В Алтайском крае выделяют три типа урбазосистем с преобладающими источниками выбросов от предприятий: 1) военно-промышленного комплекса (г. Бийск), 2) тяжелого машиностроения и теплоэнергетики (г. Барнаул), 3) горнодобывающего и горно-обогатительного комплексов (г. Рубцовск, г. Горняк) [4].

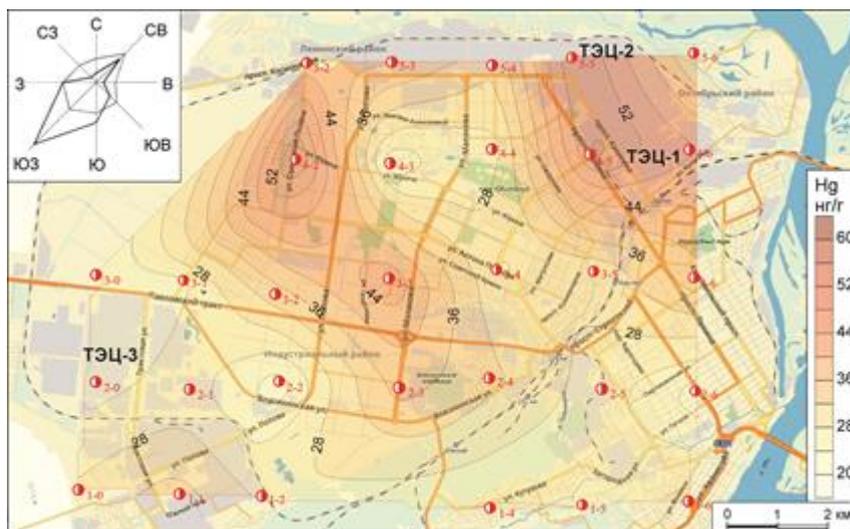
Листья тополя бальзамического (*Populus balsamifera L.*) отобраны в августе 2016-2017 гг. на территории 9 городов Алтайского края: Барнаула (31), Бийска (35), Белокурихи (4), Горняка (16), Заринска (7), Новоалтайска (9), Рубцовска (19), Славгорода (13) и Ярового (8). Всего отобраны 142 пробы. Листья отбирались по сети  $2 \times 2$  км (в Барнауле и Бийске) и  $1 \times 1$  км (в других городах) согласно методическим рекомендациям [5]. Подготовка проб листьев к анализу заключалась в высушивании в условиях комнатной температуры, отделении черешков от листовой пластины, измельчении, квартовании, взятии навески.

Анализ проб листьев на содержание ртути проводился атомно-абсорбционным методом на установке «РА-915+» с приставкой «ПИРО-915+» в лаборатории микроэлементного анализа в Международном научно-образовательном центре «Урановая геология» в Инженерной школе природных ресурсов ТПУ. Для калибровки прибора и контроля измерений ртути использовали стандартный образец состава листа березы ЛБ-1 (ГСО 8923-2007). Результаты анализа обработаны с помощью программы STATISTICA 8.0 и отображены на рисунке 1.



**Рис.1** Распределение содержания ртути в листьях тополя бальзамического в городах Алтайского края (среднее, *min-max*, стандартная ошибка). Условные обозначения: 1 - Заринск, 2 - Яровое, 3 - Славгород, 4 - Барнаул, 5 - Бийск, 6 - Новоалтайск, 7 - Рубцовск, 8 - Горняк, 9 - Белокуриха; пунктирная линия - средний уровень содержания Hg в листьях тополя в городах Сибири и Дальнего Востока (25 нг/г)

Средние содержания ртути в листьях тополя в городах Белокуриха, Горняк и Рубцовск находятся ниже регионального фона ртути в листьях тополя на урбанизированных территориях Сибири и Дальнего Востока. Наименьшее содержание Hg  $20 \pm 3$  нг/г наблюдается в Белокурихе - городе-курорте федерального значения. В Бийске и Новоалтайске концентрация ртути в листьях соответствует среднерегиональному уровню -  $25 \pm 2$  нг/г. Среднее содержание ртути в листьях тополя на территории г. Барнаула составило  $33 \pm 2$  нг/г (медиана 30 нг/г). Максимальные содержания Hg 57-62 нг/г выявлены в зонах воздействия Барнаульских ТЭЦ -3, -2, -1 (рис. 2).



**Рис.2** Изоконцентрации ртути на территории г. Барнаула по данным опробования листьев тополя

Повышенные значения среднего содержания ртути (превышающие региональный фон в 1,5-1,7 раза) определены в пробах листьев тополя в городах Яровое и Славгород. Уровень содержания Hg в листьях в г. Яровое и близлежащего Славгорода, вероятно, связано с деятельностью градообразующего предприятия - ОАО «Алтайский Химпром» (до 2014 г. - «Алтайхимпром»), которое размещено в г. Яровое на берегу оз. Б. Яровое. В недавнем прошлом в технологическом процессе и товарной продукции этого предприятия использовались соединения ртути. Не исключен и фактор трансграничного переноса ртути с территории восточных областей сопредельного государства, где имеются свои техногенные источники эмиссии этого металла [1].

Максимальное содержание Hg в листьях тополя (168 нг/г) в выборке установлено вблизи г. Заринска, в промышленной зоне ОАО «Алтай-кокс» - крупнейшего коксохимического предприятия в России. Производство кокса неизбежно сопровождается эмиссией ртути, присутствующей в тех или иных количествах в коксуемых углях [11]. В селебной зоне г. Заринска содержания ртути в листьях тополя ниже регионального фона.

Таким образом, листва тополя бальзамического отражает ртутную нагрузку и может использоваться как эффективный биогеохимический индикатор состояния окружающей среды на урбанизированных территориях.

#### Литература

1. Ахметов А.Д., Илющенко М.А., Кузьменко Л.В. Демеркуризация очага ртутного загрязнения на территории бывшего ПО «Химпром» г. Павлодар // Проблемы управления и рационального использования водных ресурсов бассейна реки Иртыш: Материалы Международной научно-практической конференции. - Омск, ООО Издательский дом «Наука», 2004. - С.107 - 110.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2015 году». - М.: Минприроды России; НИИ-Природа, 2016. - 639 с.
3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Алтайском крае в 2016 году». - Барнаул, 2017. - 151 с.
4. Гусев А.И., Гусева О.И. Биогеохимическая индикация антропогенного загрязнения растительности Алтайских городов // Международный журнал экспериментального образования, 2010. - № 7. - С. 17 - 19.
5. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. - М.: Гидрометеиздат, 1981. - 108 с.
6. Минаматская конвенция о ртути / Текст и приложения // ЮНЕП, ООН, 2013. - 65 с.
7. Пилотный проект по формированию кадастра ртутных загрязнений в Российской Федерации. [Электронный ресурс]-URL: <https://www.mercury2017.ru/dokumenty>
8. Рапута В.Ф., Юсупов Д.В., Ярославцева Т.В., Рихванов Л.П., Ляпина Е.Е. Численный анализ пространственного распределения ртути в листьях тополя г. Барнаула // Тезисы докладов XII Сибирского совещания и школы молодых ученых по климатно-экологическому мониторингу. - Томск: ООО «Офсет центр», 2017. - С. 229 - 230.
9. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2016: Стат. сб. / Росстат. - М., 2016. - 1326 с.
10. Рихванов Л.П., Юсупов Д.В., Барановская Н.В., Ялатдинова А.Р. Элементный состав листвы тополя как биогеохимический индикатор промышленной специализации урбасистем // Экология и промышленность России, 2015. - № 6. - С. 58 - 63.
11. Янин Е.П. Эмиссия ртути в окружающую среду при производстве кокса в России. - М.: ИМГРЭ, 2004. - 15 с.

## СНИЖЕНИЕ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ УЩЕРБА ОТВАЛОВ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ Г. НОВОРОССИЙСКА

**А.В. Алексеенко**

Научный руководитель профессор М.А. Пашкевич

*Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия*

Оценка опасности хранилищ отходов горнодобывающей промышленности и разработка оптимальных мероприятий по ее снижению с учетом всех факторов социально-экономического характера - одна из ключевых задач управления эколого-экономическим риском. При решении комплексных вопросов техногенной безопасности широко применяется методология риска, основу которой составляет определение последствий и вероятности нежелательных событий при чрезвычайных ситуациях (ЧС). Проведенные работы по оценке состояния окружающей среды на территориях различного функционального использования [5] в Новороссийской промышленной агломерации (Краснодарский край) позволили описать совокупность угроз, представляемых хранилищами твердых отходов на примере сформированных в процессе разработки месторождения мергеля отвалов горного производства. В условиях отсутствия рекультивационных мероприятий, расположенные в городской черте отвалы представляют потенциальную опасность, как для индустриальной зоны, так и для жилых районов города. Используемая методология определения экологического риска позволяет количественно оценить опасность хранилищ отходов горнодобывающей промышленности и, соответственно, уровень экономических затрат, необходимых для ее предотвращения.

Город Новороссийск располагается в предгорьях Северо-Западного Кавказа на берегу Черного моря, население составляет более 300 тыс. жителей. Старейший цементный завод России «Новоросцемент» действует здесь с 1882 г. и выпускает около 4 млн. т. продукции ежегодно. Насыпные техногенные массивы отходов добычи и переработки цементного сырья сформированы при отсыпке возникающих в ходе инженерной деятельности образований: вскрышных пород и некондиционного мергеля. Данный вид насыпных массивов включает отвалы и насыпи, занимающие площадь около 150 000 м<sup>2</sup>, расположенные на склонах Маркотхского хребта в черте города Новороссийска. Характерными особенностями данных отвалов являются нарушенность структуры пород в теле насыпи, приводящая к пылению, а также попадание в гипергенные условия на поверхность земли сильнощелочных

пород, создающих карбонатные геохимические барьеры. Комплекс отвалов и насыпей является источником пыления, что обусловлено сдуванием тонких фракций элювия горных пород с незадернованной поверхности [1]. Кроме того, данный участок Черноморского побережья является зоной повышенной вероятности выхода смерчей с моря на сушу. Сброс забранной смерчем морской воды приводит к образованию селевых потоков [3, 4]. Находящиеся на бортах балок отвалы в такой ситуации представляют угрозу для нижерасположенных порта, нефтехранилища и береговых сооружений. Поскольку выбор оптимального варианта расходов опирается на данные как об уже нанесенном эрозийными процессами ущербе, так и на расчетные величины, оценивающие возможный будущий экономический урон, возникает необходимость экспертной оценки существующей угрозы схода селя.

Технический риск схода селевого потока в Новороссийской промышленной агломерации зависит от ряда условий окружающей среды [2]. Ключевым фактором риска является состояние самих отвалов. Незакрепленные откосы насыпей и невозможность самовосстановления растительного покрова без дополнительных мелиоративных мероприятий (внесение мелкозема, гидропосев травянистых и кустарниковых растений, посадка древесных видов на выложенных полигонах, полив саженцев в первые годы) приводят к дождевой и ветровой эрозии, уже наносящей ежегодный ущерб до 250 руб. на каждый квадратный километр прилегающей территории. При сочетании факторов незакрепленности поверхности насыпных массивов и возможности выхода на сушу смерча со сбросом забранной морской водой, возникает риск образования грязекаменного потока. По статистике, только в течение летнего периода на Черноморском побережье Кавказа образуется порядка  $n \times 10$  смерчей. Частота выхода смерча на сушу не оценивалась отдельно, однако можно рассматривать такую ситуацию как происходящую с вероятностью не выше  $n \times 10^{-3}$ . Селевые потоки сходят на этой же территории в среднем 15 раз в течение одного года. Необходимо отметить, что причинами их могут быть не только сбросы воды смерчем (как при катастрофическом наводнении в 2002 г.), но и ежегодно происходящее на побережье выпадение ливневых атмосферных осадков.

Рассматривая ситуацию селеобразования при выходе на сушу смерча, следует опираться на наиболее вероятные расчетные сценарии возникновения и развития ЧС.

I. При первом варианте событий сброс морской воды происходит в балке, обозначенной A1 на рис. 1. В этой ситуации площадь отчуждаемых земель в зоне поражения A2 составит до 200 тыс. м<sup>2</sup>, будет уничтожено до 200 малоэтажных жилых домов с прилегающими хозяйственными постройками и садово-огородными участками. Общая протяженность уничтожаемой густой дорожной сети в зоне частных домовладений может достигнуть 10 км. Разрушение нижерасположенных федеральной трассы М4-Дон и железнодорожного полотна (зона A3) приведет к полной блокировке наземных транспортных путей, ведущих в Новороссийский морской торговый порт. Технические портовые сооружения, перегрузочные площадки и склады (A3) также испытывают угрозу частичного или полного сноса при сходе возможного селевого потока.

II. Сход селя с водосборной поверхности B1 приведет к нарушению земель площадью до 300 тыс. м<sup>2</sup>, уничтожению до 300 подворий и до 15 км автомобильных дорог, расположенных на участке B2. Площадь поражения зоны B3, находящейся гипсометрически ниже и включающей трассу, железную дорогу и порт, превзойдет нарушаемую при первом сценарии территорию A3 в 1,5 раза.

Данные сведения позволяют рассчитать величину технического риска схода селевого потока в Новороссийской промышленной агломерации по формуле (1):

$$R_t = \sum \lambda_i \times P_{ij} \times Y_{ij}, \quad (1)$$

где  $R_t$  - величина технического риска в единицах среднегодового ущерба, руб./год;

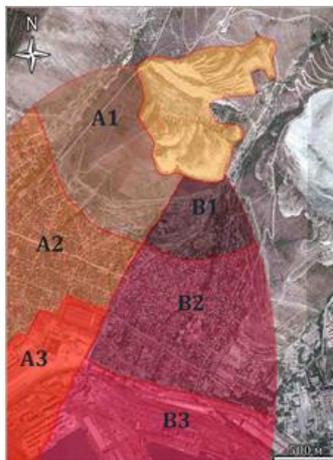
$i = 1 \dots n$  - число расчетных сценариев возникновения и развития аварии;

$j = 1 \dots m$  - число видов воздействия поражающих факторов при реализации  $i$ -го сценария аварии;

$\lambda_i$  - частота реализации  $i$ -го сценария возникновения и развития аварии, 1/год;

$P_{ij}$  - вероятность реализации  $j$ -го вида воздействия (поражающего фактора) для  $i$ -го сценария;

$Y_{ij}$  - размер ущерба материальным ресурсам, обусловленного реализацией  $j$ -го вида воздействия (поражающего фактора), руб.



**Рис. 1 Зонирование селеопасной территории г. Новороссийска**

При обоих расчетных сценариях возникновения и развития ЧС, воздействие поражающих факторов представлено пятью подробно описанными выше видами  $j$ , наносящими максимальный ущерб  $Y$ :

1) отчуждение земель с ущербом от 100 млн. руб. (зона А2 площадью 200 тыс. м<sup>2</sup>) до 150 млн. руб. (В2, 300 тыс. м<sup>2</sup>);

2) разрушение частных домов и подсобных хозяйств; ущерб от 300 до 450 млн. руб.;

3) уничтожение городской дорожной сети; ущерб от 20 до 25 млн. руб.;

4) нарушение целостности федеральной трассы и железной дороги; ущерб от 2 до 3 млн. руб.;

5) повреждение или снос портовых сооружений; ущерб от 200 до 300 млн. руб.

На территории А1 вероятность схода селя РА1 составляет 30 %; в зоне В1 величина РВ1 равна 70 %. Расчет пропорции основан на соотношении объемов твердых отходов горного производства, размещенных на каждом из водосборных участков и являющихся источниками сноса материала возможного селя.

При частоте схода селя, равной 15 ЧС в год в среднем для Черноморского побережья Кавказа, и выходе смерча с морской водой на сушу с вероятностью не выше  $n \times 10^{-3}$  в течение года, частота реализации  $\lambda$  для обоих сценариев схода селя составляет  $15 \times 10^{-3} = 0,015$  в год.

Таким образом, технический риск образования селевого потока на участке А1 составит:  $RA1 = \sum \lambda A1 \times PA1 \times YA1 = 0,015 \times 0,3 \times (100 \text{ млн.} + 300 \text{ млн.} + 25 \text{ млн.} + 2 \text{ млн.} + 200 \text{ млн.}) = 2,82 \text{ млн. руб.}$

Риск схода селя с территории В1 может достигать величины  $RB1 = \sum \lambda B1 \times PB1 \times YB1 = 9,74 \text{ млн. руб.}$

Расчетная величина общего технического риска ( $Rt = RA1 + RB1$ ) образования селевого потока в Новороссийской промышленной агломерации составит 12,56 млн. руб.

Снижение риска техногенного воздействия хранилищ отходов на окружающую их среду может быть достигнуто мероприятиями, направленными на повышение защищенности природных вод, атмосферного воздуха, через которые происходит миграция загрязняющих компонентов, что достигается покрытием откосов геомембраной и засадкой территории отвального хозяйства древесной и кустарниковой растительностью, типичной для аридных ландшафтов Северо-Западного Кавказа. Суммарная стоимость рекультивационных работ, составляющая 1 млн. 270 тыс. руб., является экономически целесообразной, поскольку позволяет предотвратить возможный ущерб при наименее благоприятном сценарии развития ЧС.

Заключение. Выполненная оценка эколого-экономического риска позволяет рассмотреть совокупность угроз, представляемых хранилищами твердых отходов на примере накопленных в результате разработки месторождения мергеля отходов горного производства, складированных в отвалах: вскрышных пород и некондиционного сырья. В условиях отсутствия самозарастания, расположенные в Новороссийской промышленной агломерации отвалы представляют потенциальную опасность как для индустриальной зоны, так и для жилых районов города. Полученные данные позволяют проводить разработку мероприятий по улучшению состояния окружающей среды горнопромышленной агломерации с применением различных подходов к инженерной защите окружающей среды, таких как техническая и биологическая рекультивации.

#### Литература

1. Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Антропогенные почвы (генезис, география, рекультивация) / под ред. Г.В. Добровольского. М.: Ойкумена, 2003. - 266 с.
2. Пашкевич Н.В., Пашкевич М.А., Петрова Т.А. Управление эколого-экономическим риском негативного воздействия отходов горно-металлургического производства // Записки Горного института. 2005. Т.166. С. 68-70.
3. Шныпарков А.Л., Колтерманн П.К., Селиверстов Ю.Г., Сократов С.А., Перов В.Ф. Селевой риск на Черноморском побережье Кавказа // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2013. № 3. С. 42-48.
4. Шуляков Д.Ю., Чернявский А.С. Роль оползневых процессов и обвалов в формировании селей на территории Краснодарского края // Геология, география и глобальная энергия. 2008. № 1. С. 145-148.
5. Perminova T., Sirina N., Laratte B., Baranovskaya N., Rikhvanov L. Methods for land use impact assessment: A review // Environmental Impact Assessment Review. 2016. № 60. pp. 64-74.

### ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ И КОМПЛЕКСНАЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УРБОЛАНДШАФТОВ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ГОМЕЛЬ, РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ)

С.В. Андрушко

доцент, к.г.н.

Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины,  
г. Гомель, Республика Беларусь

Под урболандшафтом понимается городской ландшафт, сформировавшийся в результате градостроительного преобразования территории, характеризующийся однородной природной основой и определенным типом градостроительного использования [2]. В пределах города Гомеля были выделены 17 урболандшафтов в зависимости от исходной природно-ландшафтной структуры территории, особенностей современного градостроительного использования, а именно типа застройки и соответствующей функциональной зоны, также учитывалось современное экологическое состояние природных компонентов в пределах каждого участка. В соответствии с этим, границами урболандшафтов послужили либо природные рубежи (границы ландшафтов, рек), либо границы городских кварталов, транспортных коммуникаций или функциональных зон.

## СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.

При комплексной геоэкологической оценке урбандшафтов, испытывающих наибольшее количество видов антропогенного воздействия и отличающихся максимальной степенью трансформации, по сравнению с другими антропогенными ландшафтами, целесообразно применять специальные показатели, в качестве которых могут выступать характеристики различных видов загрязнения и антропогенного воздействия. В качестве таких показателей использовались параметры: загрязнение атмосферного воздуха (показатель ПДК по основным загрязняющим компонентам - диоксид азота, диоксид серы, оксид углерода, фенол) в пределах урбандшафтов; загрязнение почв тяжелыми металлами (% территорий с умеренно опасным и опасным загрязнением от 16 до 128 Зс в пределах ландшафта); шумовое загрязнение территории (Дб) (шумовое загрязнение свыше зоны акустического комфорта - более 45 Дб в пределах урбандшафта) [1]. Данные показатели позволяют комплексно оценить современное геоэкологическое состояние урбандшафтов (таблица 1).

Таблица 1

Показатели антропогенного загрязнения урбандшафтов г. Гомеля

Степень антропогенного загрязнения	Показатели антропогенного загрязнения		
	Загрязнение атмосферного воздуха (ПДК)	Загрязнение почв тяжелыми металлами (%)	Шумовое загрязнение (Дб)
Незначительная	0-0,5	Менее 5	До 45
Слабая	0,51-1	5-10	46-55
Умеренная	1,1-2	10-15	56-65
Значительная	Более 2	Более 15	Более 66

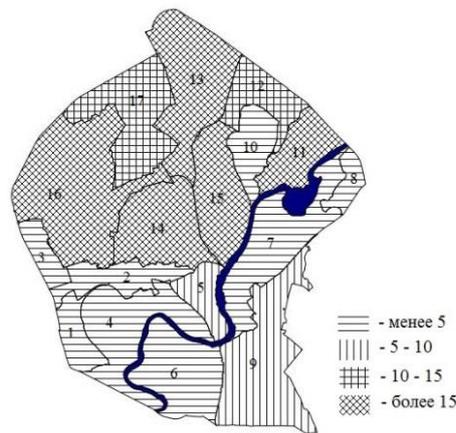
На основании полученных результатов проведена типология урбандшафтов в зависимости от степени антропогенного загрязнения в соответствии с которыми предложены мероприятия по оптимизации состояния окружающей среды урбандшафтов.

Антропогенное преобразование в пределах современной территории города Гомеля началось уже в I тыс. до н.э. с появлением первых поселений на берегах реки Сож. Это говорит о достаточно ранних антропогенных вмешательствах в природную среду на территории города, что в последствии привело к формированию урбандшафтов (начиная с XII века), и дальнейшей их трансформации, наиболее интенсивно начиная с XVIII - XIX веков. В ходе анализа изменения структуры урбандшафтов установлено, что в середине XX века только на площади 13,2 % были распространены техногенные ландшафты, представленные селитебным ландшафтом с многоэтажной, общественной и усадебной застройкой. В начале XXI века уже 63 % территории относились к техногенным ландшафтам и были представлены как селитебным, так и промышленным ландшафтами (производственно-складская и транспортная функциональные зоны). На современном этапе только на площади 26 % представлены природно-антропогенные ландшафты, что в 2,8 раза меньше чем в середине XX века.

Основная тенденция изменения урбандшафтов города Гомеля за последние 50 лет - переход сельскохозяйственных природно-антропогенных ландшафтов в селитебные и промышленные техногенные. В пределах оставшихся ландшафтов сельскохозяйственного класса отмечена тенденция перехода из лугово-болотного в аквально-луговой за счет искусственного расширения площади водоемов. Современные урбандшафты представлены селитебным с усадебной, многоэтажной или смешанной застройкой и промышленным с производственно-складскими зонами и открытыми пространствами. Сельскохозяйственные и сельскохозяйственно-лесные природно-антропогенные ландшафты сохранились на периферии города или в границах пойменного ландшафта (урбандшафты № 4, 6, 7 и 11).

Общий анализ загрязнения атмосферного воздуха на территории города показал наличие атмосферного загрязнения от 0,1 до 3 ПДК по основным загрязняющим компонентам. Наибольшая величина атмосферного загрязнения (более 3 ПДК) отмечена в селитебном урбандшафте № 9 «Новобелица» и промышленных урбандшафтах № 13 «Северная промзона» и № 16 «Мильча - Северо-Западная промзона», что обусловлено наличием крупных автомагистралей и промышленных предприятий. Загрязнение более 1 ПДК отмечено в 6 селитебных урбандшафтах (№ 2 «Речицкий проспект», № 5 «Любенский - Монастырек», № 10 «Волотова», № 12 «Волотова - Кленковский», № 14 «Залинейный» и № 15 «Центр») и одном промышленном (№ 17 «Сельмаш - Брилево») что обусловлено воздействием передвижных источников загрязнения. Для оставшихся 7 урбандшафтов, представленных селитебными урбандшафтами с малоэтажной застройкой (№ 1, 8, 11), складскими территориями и открытыми пространствами (№ 3), а также сенокосно-пастбищными ландшафтами (№ 4, 6, 7), характерно загрязнение в пределах ПДК по основным загрязняющим веществам.

Повышенное загрязнение почв тяжелыми металлами, занимающее более 15 % их территории, характерно для 5-ти урбандшафтов, причем в пределах 3 урбандшафтов (промышленных урбандшафтов № 13 «Северная промзона» и № 16 «Мильча» и селитебного с усадебной застройкой № 14 «Залинейный») загрязнение выше допустимой нормы занимает более 20 % территории. От 5 до 15 % территории загрязнено в 4 селитебных урбандшафтах с многоэтажной застройкой (№ 5, 9, 12 и 17), и только в пределах 3 урбандшафтов загрязнение почв тяжелыми металлами отсутствует (рис. 1).



**Рис. 1** Загрязнение почв тяжелыми металлами в пределах урбондшафтов (% территории с умеренно опасной и опасной величиной 16-128 Zc)

По показателю шумового загрязнения 9 урбондшафтов, в основном селитебные и промышленные, расположены в зоне превышающую допустимую величину шумового загрязнения, что соответствует величине загрязнения более 60 Дб. В данных урбондшафтах на наиболее оживленных магистралях шумовое загрязнение достигает 66-75 Дб, что соответствует зонам умеренного, большого и сильного шумового загрязнения. В урбондшафте № 15 «Центр» загрязнение может достигать более 75 Дб, что соответствует зоне опасного шумового загрязнения.

В зависимости от величины антропогенного загрязнения выделены 5 типов урбондшафтов: 1 тип - со значительным и умеренным антропогенным загрязнением (№ 10 и 12) занимают 6,9 % площади территории города, представлены селитебным ландшафтом с преобладанием многоэтажной застройки; 2 тип - урбондшафты со значительным антропогенным загрязнением (№ 9, 13-16) занимающие 47,4 % площади территории города, представлены селитебным и промышленным урбондшафтами; 3 тип - урбондшафты с умеренным антропогенным загрязнением (№ 2, 5, 11 и 17) занимают 17,6 % площади территории города, представлены селитебным с многоэтажной застройкой и промышленным техногенными урбондшафтами; 4 тип - урбондшафты с умеренным и слабым антропогенным загрязнением (№ 1, 3, 4 и 8) занимают 13,3 % территории города, представлены селитебным урбондшафтом с усадебной застройкой, складскими и открытыми пространствами, а также аквально-луговым ландшафтом, расположены на периферии города; 5 тип - урбондшафты с незначительным антропогенным загрязнением (№ 6 и 7) занимают 14,7 % площади территории города, представлены сенокосно-пастбищными пойменными ландшафтами и являются источниками стабилизации и поддержания средообразующего потенциала городских территорий. Рекомендуется увеличение площади данных урбондшафтов.

#### Литература

1. Разработка территориальной схемы охраны окружающей среды города Гомеля. Комплексная оценка состояния окружающей среды: отчет о НИР (заключ.) / БелНИЦ «Экология»: рук. темы В.М. Феденя. - Минск, 2006. - 103 с. - № ГР 20062597.
2. Фалопеева, М.А. Ландшафтно-градостроительный анализ территории г. Минска / М.А. Фалопеева // Вестник БГУ. Сер. 2. Химия. Биология. География. - 2002. - № 2. - С. 70-75.

### МОДЕЛИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ГЕДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПРЕДЕЛАХ ТЕРРИТОРИИ Г. ГОМЕЛЯ

**О.А. Баравик**

Научный руководитель старший преподаватель О.К. Абрамович  
**Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, г. Гомель, Беларусь**

В связи с недоступностью недр для прямого изучения происходящих в них процессов обычно используется метод физико-математического моделирования. Основными требованиями при этом являются: соблюдение принципов подобия модельного и реального материалов; выделение и моделирование основных черт исследуемого процесса. Анализируя современные геодинамические процессы, приходим к выводу, что геологическая среда испытывает воздействие, в основном, статических нагрузок, создаваемых глобальным и региональными полями напряжений. Однако присутствует и фактор динамического воздействия, особенно в зонах разломов, так именно в них активно перемещаются поровые флюиды и проявляются кратковременные изменения деформационно-прочностных параметров горных пород в локальных объемах. Принципиально важно, что основные параметры измерительных систем (густота, частота опроса и точность наблюдений) на геодинамических

полигонах, расположенных в платформенных, асейсмичных районах, оказались идентичными полигонным системам измерений, расположенным в орогенных, сейсмоактивных областях. Это обстоятельство позволяет сопоставлять характеристики современной геодинамической активности земных недр в целом, отдельных глобальных и региональных сейсмоактивных участков, и асейсмичных регионов с учетом идентичности систем наблюдения. Как результат сопоставления - основные пространственно-временные характеристики аномальных движений идентичны как для сейсмоактивных, так и для асейсмичных разломных зон. При этом интенсивность деформационного процесса в разломах асейсмичных регионов выше, чем в сейсмоактивных [3].

Современное состояние геологической среды, обусловленное динамическим взаимодействием разновозрастных и разномасштабных тектонических структур, существенно влияет на инженерно-геологические условия урбанизированных территорий, поэтому возникает необходимость в его моделировании [2].

Исследуемая нами макросистема является комплексной: в ней присутствуют геологический, географический и экологический факторы, влияющие на состояние биосферы, в то же время система открытая, поэтому можно предположить, что она развивается по законам синергетики. Для самоорганизующихся систем, в том числе и обследуемая система, существует несколько различных путей развития. Если система находится в равновесном или слаборавновесном состоянии, то в системе существует только одно стационарное состояние, которое зависит от некоторых управляющих параметров. Изменение управляющих параметров в любом из присутствующих факторов выведет систему из равновесного состояния. Удаляясь от состояния равновесия, система достигнет некоторой критической точки, называемой точкой бифуркации. Этот момент является пороговым, так как начиная с него на дальнейшую эволюцию системы могут воздействовать даже ничтожно малые флуктации, которые в равновесном состоянии системы неразличимы. Поэтому невозможно точно предсказать, какой путь эволюции выберет система за порогом бифуркации. Самоорганизация системы не позволяет управлять ей, направлять систему в нужное нам русло, давать достаточно адекватную априорную оценку, самоорганизация в сложных системах свидетельствует о невозможности установления полного контроля за системой. Синергетический подход позволяет моделировать практически любые сложные системы, встречающиеся в природе. Развитие системы обусловлено случайным выбором одного из возможных путей дальнейшей эволюции в точке бифуркации. Следовательно, случайность является составной частью механизма эволюции, и именно поэтому невозможно вести жесткий контроль за развитием систем, которые испытывают бифуркационные разветвления. Можно сделать предположения о вариантах развития системы, но сказать однозначно на какой из этих вариантов упадет выбор не только сложно, но и невозможно. Геодинамическое прогнозирование и геодинамическое моделирование находятся под воздействием законов синергетики, которые накладывают свои существенные ограничения на данные процессы. При прогнозировании широко используется математическое моделирование, которое является наиболее результативным приемом в геодинамике, но целесообразность его использования также ограничивается определенными условиями. Нельзя говорить об универсальности этого метода. Это следует не только из принципа неполноты информации, но и из того, что любое моделирование (включая и математическое) - это метод исследования сложных объектов, явлений и процессов путем их упрощенного имитирования и основывается на теории подобия. Модели имеют ряд уникальных свойств, приближающих их к реальным объектам или процессам, но одним из ключевых слов является - приближение. Ограничениями при геодинамическом моделировании и оценке геодинамических моделей выступают технические, аналитические, концептуальные и психологические, воздействующие на точность получаемых при моделировании результатов. Модель всегда неминуемо упрощена. [1].

Перейдем непосредственно к обследуемой территории. Площадь территории г. Гомеля составляет 139 км<sup>2</sup>. Протяженность территории по географической широте относится к ее протяженности по географической долготе как 1:1,2. Рельеф города представлен пологоволнистой водно-ледниковой равниной, надпойменной террасой Сожа в правобережной части и низменной аллювиальной равниной с пойменным микрорельефом левобережья. Общий уклон поверхности - с севера на юг.

Техногенные нагрузки на городские земли среди прочих категорий земель, наряду с землями промышленности, энергетики, транспорта и т.п., максимальны. Соответственно, более резко проявляются изменения в состоянии именно городских земель. Таким образом, очевидна необходимость регулярных наблюдений за землями населенных пунктов и периодической оценки их состояния. Характерным признаком современного города является компактная регулярная застройка промышленными гражданскими зданиями и сооружениями из прочных материалов с тенденцией к росту ее этажности. К главным особенностям относятся: многообразие целей использования (полифункциональность); малый размер городских землепользований (от гектаров до отдельных квадратных метров); высокая пространственная концентрация объектов недвижимости (материальных «улучшений») на единицу площади земли; повышенное значение подземного пространства, его высокая наполненность строительными сооружениями и инженерно-техническими коммуникациями; высокая степень техногенного, антропогенного воздействия на земли всех видов функционального назначения; высокая степень запечатанности естественной поверхности земель большинства видов функционального назначения; весьма жесткая функциональная взаимозависимость состояния земельных участков друг друга. Оценку инженерно-строительного состояния городских земель следует проводить на основании оценки соответствующих негативных процессов. В зависимости от типа геологической среды города приоритетными могут быть различные негативные процессы.

Территория г. Гомеля покрыта сетью разрывных нарушений, делящих ее на примерно одинаковые блоки. Все разрывные нарушения, залегающие на территории города, были сформированы и развивались до раннего триаса. Возможно, некоторые из них сохранили и возобновляли тектоническую активность и в последующие этапы платформенного развития вплоть до современной эпохи. Смещения пород по сместителям наблюдаются на глубинах более 350 м, поэтому непосредственно на инженерно-геологические условия они не влияют. По данным

электроразведочных работ, в зонах разрывных нарушений фундамента и нижней части платформенного чехла наблюдается повышенное ( $180 \dots 210 \text{ Ом}\cdot\text{м}$  и более), по сравнению с сопредельными участками ( $90 \dots 120 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ ), удельное сопротивление мергельно-меловых пород верхнего мела что свидетельствует об их повышенной трещиноватости. Наибольшая степень трещиноватости отмечается в верхней части толщи до глубины порядка 80 м; трещиноватость увеличивается по направлению к долине реки Сож. С зонами повышенной трещиноватости связаны участки ослабления пород, разрядки напряжений, увеличения проницаемости пород, глубинного газо- и водообмена; активной взаимосвязи поверхностных и подземных вод. На фоне крупных циклов общих колебаний развиваются, усложняя их, колебательные движения с периодами меньших порядков - второго, третьего и т.д. Взаимоотношение этих разнопериодических циклов представляет собой наложение друг на друга пульсационно-колебательных движений различного размера. При этом короткопериодические колебания проявляются внутри длиннопериодических и изменения, вызываемые ими, не меньше чем те, которые связаны с большими циклами. Таким образом, для каждого участка в определенный момент времени характерен спектр пульсационно-колебательных движений земной коры, характеризующийся совокупностью всех существующих совместно пульсаций и колебаний различных порядков. В свою очередь эти движения разлагаются на элементарные циклы (диссипативность системы). Например, на современные колебания с незначительными периодами от часов, суток до 10 и более лет с ничтожной амплитудой в первые миллиметры, которые выявляются анализом данных высокоточных повторных нивелировок. В геодезии понятия длинного и короткого периодов иные, чем в геологии. Любая тектоническая структура представляет собой иерархично организованную мозаику из блоков. Они имеют размеры от первых сантиметров до сотен и тысяч километров. Степень тектонической активности структур определяется скоростями их смещений, которые достигают  $20 \text{ мм/год}$ . С точки зрения устойчивости инженерных сооружений опасность представляют собой не столько сами блоки, сколько активные геодинамические зоны их сочленения, являющиеся смыкающимися крыльями флексур. Однако более существенным является учет знакопеременных короткопериодических - с периодом от нескольких минут до нескольких часов и дней - движений в пределах активных зон. Для исследований была выделена локальная сеть из трех реперов, заложенных в фундаментах учебных корпусов Гомельского государственного университета, прошедших стадии осадок. Динамические характеристики, как и при более масштабных исследованиях, определялись методом высокоточного геометрического нивелирования. Максимальные амплитуды вертикальных движений достигали  $20 \text{ мм}$  в пределах 3-х месяцев соответственно уклоны имели значения не характерные для длиннопериодических наблюдений, а в некоторых случаях значительно больше. Кроме активного проявления характерно и пассивное влияние. Его основными факторами в пределах г. Гомеля и его окрестностей являются: 1) система разрывных нарушений фундамента и нижней части платформенного чехла и связанные с этой системой трещинные зоны платформенного чехла; 2) новейшие тектонические структуры, во многом определившие условия залегания, состав и физико-механические свойства поверхностных отложений, основные черты современного рельефа и локализацию опасных экзогенных геологических процессов. Перечисленные факторы выявлены преимущественно геологическими методами. Активное тектоническое влияние сказывается на пликтивных деформациях в виде флексур, формирующихся в активных межблоковых зонах. Формирование их связано с непрерывными колебаниями, характеризующимися незначительными периодами и амплитудами, которые выявлены методами высокоточных повторных нивелировок [2].

#### Литература

1. Зверев А.Т. Инженерная геодинамика: учебник. - М.: Издательство МИИГАиК, 2013. - 326 с.
2. Литосфера / Под ред. А.А. Махнач. - Минск, 2008. - 195 с.
3. Современная геодинамика и вариации физических свойств горных пород. - М.: Издательство Московского государственного университета, 2004. - 262 с.

### **АДСОРБЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ И ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ВОДООЧИСТКИ**

**А.Л. Бардамова**

Научный руководитель - профессор, ведущий научный сотрудник С.Ц. Ханхасаева  
*Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ, Россия*  
*Байкальский институт природопользования СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия*

В условиях возрастающего антропогенного загрязнения окружающей среды и роста техногенных рисков актуальной проблемой человечества является сохранение окружающей среды и обеспечение ее защиты от загрязнения токсичными отходами различных производств. Особую опасность представляют стойкие трудно окисляемые органические вещества, которые, накапливаясь в окружающей среде, оказывают токсическое воздействие на флору и фауну. К таким веществам относятся органические красители, которые в больших объемах содержатся в сточных водах текстильных предприятий [3]. Bentonитовые глины являются эффективными сорбентами органических красителей и широко используются в очистке воды от данных загрязнителей. Прямое захоронение отходов использованных в водоочистке глин приводит к загрязнению окружающей среды токсичными веществами, поскольку многие красители обладают канцерогенным и мутагенным воздействием на живые организмы. Поэтому разработка способов регенерации глинистых сорбентов и поиск возможностей их повторного использования является актуальной задачей, связанной с утилизацией техногенных отходов.

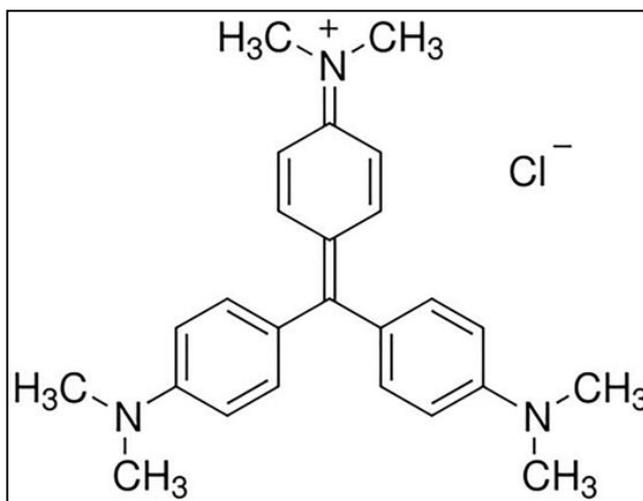
**СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.**

В данной работе была изучена возможность получения адсорбционных материалов из бентонитовой глины, которая была применена в адсорбционной очистке воды от катионного органического красителя «кристаллический фиолетовый» (КФ), структурная формула которого показана на рис.1 ( $C_{25}N_3H_{30}Cl$ ). В работе использовалась бентонитовая глина Мухорталинского месторождения (республика Бурятия), имеющая химический состав, представленный в таблице 1. Содержание монтмориллонита (МТ) в обогащенной глине составило 90%.

**Таблица 1**

**Химический состав бентонитовой глины**

Оксиды	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	FeO	MnO	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O
Содержание, масс. %	65.50	15.30	1.78	1.42	1.08	0.20	0.10	0.22	0.02	0.19	0.03	15.60



**Рис.1 Структурная формула красителя «кристаллический фиолетовый»**

После проведения очистки воды осадок, представляющий собой глину с адсорбированным красителем (органоглина КФ-МТ), отделяли от водной фазы центрифугированием, высушивали при комнатной температуре. Затем высушенные образцы органоглин с содержанием красителя КФ 18,5; 37,8; 147,7 мг/г подвергали термообработке в атмосфере водяного пара при 250, 350, 500, 600 °С в течение 10 - 60 минут. При термообработке происходила карбонизация органического вещества, и образцы приобретали черную окраску, характерную для углеродсодержащих материалов (УСМ). На рис. 2 представлена схема получения УСМ. Методом ИК-спектроскопии был определен состав органической фазы на поверхности частиц глины, методами ДСК и РФА были изучены термические и структурные превращения органоглин и определены оптимальные условия карбонизации: 350 - 400 °С, продолжительность обжига 10 - 20 минут в зависимости от содержания красителя. Удельную поверхность полученных материалов определяли по методу БЭТ [1] по изотерме низкотемпературной адсорбции азота при 77 К. Удельная поверхность образцов составила 47 - 62 м<sup>2</sup>/г. Для оценки сорбционной активности материалов были проведены эксперименты по адсорбции веществ различной химической природы (катионный краситель КФ, анионный краситель «оранж-4», ионы хрома (VI)). Растворы ионов Cr (VI) были приготовлены растворением дихромата калия (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) в деионизованной воде. Концентрацию ионов Cr (VI) в водных растворах определяли по реакции с дифенилкарбазидом [2]. Концентрации красителей определяли спектрофотометрическим методом при длине волны максимального поглощения водных растворов красителей ( $\lambda_{max} = 590$  нм (КФ),  $\lambda_{max} = 440$  нм (оранж-4)).

Результаты по адсорбции катионного красителя КФ показали, что полученные материалы хорошо сорбируют данный краситель. При начальной концентрации красителя КФ 120 мг/л величина адсорбции составила 107.5 мг/г, а при концентрации красителя 218 мг/л эта величина равнялась 167.5 мг/г. Высокие значения сорбционной емкости материалов, по-видимому, обусловлены тем, что при карбонизации происходит гидрофобизация поверхности частиц глины и адсорбция красителя осуществляется за счет гидрофобных взаимодействий между красителем и поверхностью частиц УСМ. Результаты по адсорбции анионного красителя «оранж-4» показывают, что гидрофобизация поверхности частиц глины приводит к увеличению ее способности к поглощению анионных органических красителей до 50.2 мг/г. Полученные материалы также обладали способностью к адсорбции ионов хрома (VI), что указывает на наличие поверхностных гидроксильных групп. При начальной концентрации ионов хрома (VI) 133 мг/л величина адсорбции составила 35.4 мг/г, что выше значительно величины адсорбции ионов хрома (VI) на природной монтмориллонитовой глине [4].

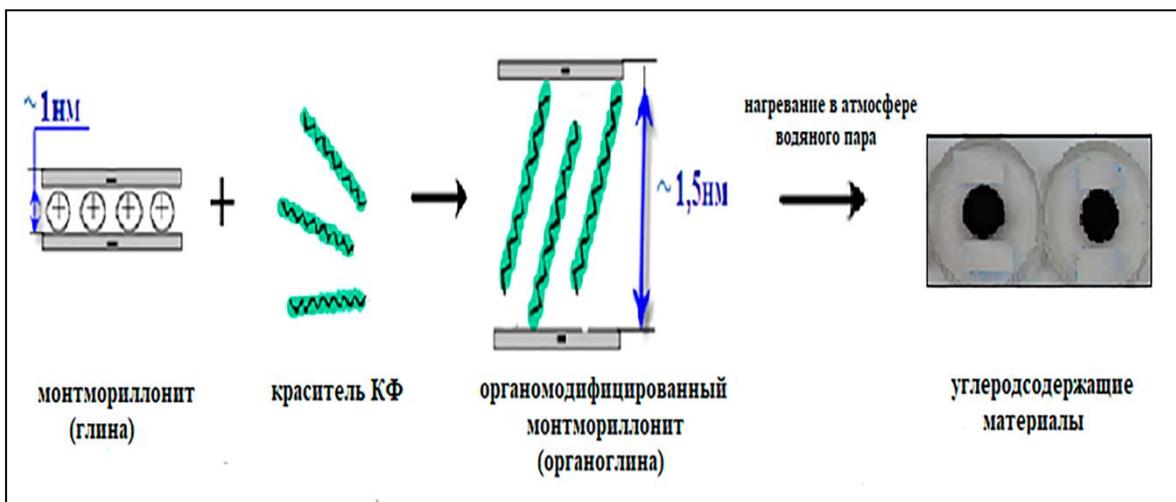


Рис 2. Схема получения углеродсодержащих материалов

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о возможности получения углеродсодержащих материалов из бентонитовой глины, которая ранее была применена в качестве адсорбента для очистки воды от катионных органических красителей, путем термообработки в атмосфере водяного пара. Показано, что данные материалы обладают высокой адсорбционной способностью по отношению к катионным органическим красителям и анионам Cr (VI), что открывает перспективы применения их в процессах водоочистки.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований и Правительства Республики Бурятия (Грант РФФИ р\_а №16-43-030852).

#### Литература

1. Карнаузов А.П. Адсорбция. Текстура дисперсных и пористых материалов [Текст] / А.П. Карнаузов. - Новосибирск: Наука; Сиб. предприятие РАН, 1999. - 470 с.
2. Новиков Ю.В. Методы определения вредных веществ в воде водоемов / Ю.В. Новиков, К.О. Ласточкина, З.Н. Болдина. - Москва: Медицина, 1981. - 376 с.
3. Adsorption of organic substances on clay minerals and their interactions / X. Wu, P. Gao, X. Zhang, G. Jin, Y. Xu, Y. Wu // Applied Clay Science. - 2014. - V. 95. - P. 60.
4. Akar S.T. Natural Clay Minerals as Environmental Cleaning Agents / S.T. Akar, Y. Yetimoglu, T. Gedikbey // Desalination. - 2009. - V.244. - P. 97.

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗОНИРОВАНИЕ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ ОРДЖОНИКИДЗЕВСКОГО РАЙОНА ГОРОДА УФЫ

И.И. Батталова

Научный руководитель преподаватель Е.Б. Кратынская

ГАПОУ Башкирский колледж архитектуры, строительства и коммунального хозяйства, г.Уфа, Россия

Возникнув на заре человеческой цивилизации, города развивались, пройдя путь от небольших поселений до крупнейших мегаполисов. Усложнялась структура городов, они приобретали новые функции. Одно из важнейших назначений современного города - обеспечение высокого качества жизни людей на его территории. Для достижения этой цели требуется самое серьезное изучение экологии города, соблюдение экологических норм при возведении новых объектов, улучшение экологического состояния городской среды. К сожалению, во многих российских городах сегодня наблюдается деградация городской среды, проявляющаяся в уплотнении застройки, нерациональном использовании городских и пригородных земель, вырубке зеленых насаждений. В то же время часть промышленных предприятий в городской черте закрываются, сооружения приходят в упадок, появляются пустыри и стихийные свалки, наносящие вред окружающей среде. Результатом становится снижение качества жизни городского населения, рост заболеваемости.

Экологическое зонирование городских территорий позволит выделить участки, наиболее благоприятные для размещения жилых кварталов, а также те, которые нуждаются в улучшениях либо вообще непригодны для проживания людей. Это позволит проводить более четкую градостроительную политику, скорректировать земельные отношения в области кадастровой оценки и налогообложения земель. В настоящей работе сделана попытка выделения экологических зон в крупном промышленном районе города Уфы.

Городской округ город Уфа - столица Республики Башкортостан, один из крупнейших экономических, центров Российской Федерации. Площадь города составляет 707,9 км<sup>2</sup>. Город расположен вдоль рек Белая и Уфа, вытянут в меридианальном направлении (рис. 1).

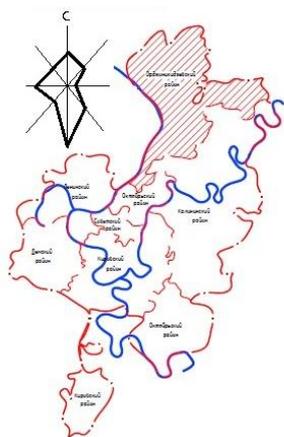


Рис.1 Городской округ город Уфа

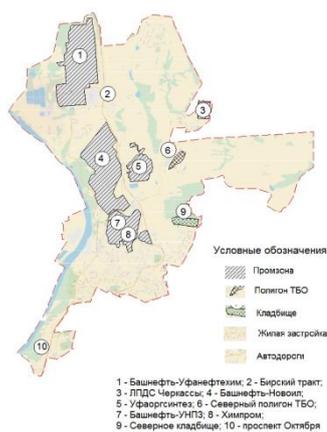


Рис.2 Орджоникидзевский район города Уфы

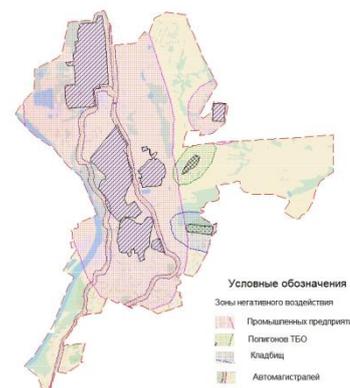


Рис.3 Экологические зоны

Климат Уфы умеренно континентальный, преобладающее направление ветра - южное и юго-западное. Численность населения более 1 млн.100 тыс. человек [1]. По своему промышленному потенциалу Уфа входит в число ведущих российских городов-миллионников, давая более половины общереспубликанского объема производства [4].

Основные промышленные предприятия расположены в северном Орджоникидзевском районе города. Доля района в общем объеме промышленного производства Уфы составляет более 44 % [1]. Здесь находится крупнейшая в Уфе Северная промзона, растянувшаяся на 15 км в северной части района (рис. 2).

В Северной промзоне Уфы сконцентрированы крупнейшие в стране нефтеперерабатывающие предприятия ПАО АНК «Башнефть-Уфанефтехим», обеспечивающие более 12% поставок автомобильного бензина и около 6% дизтоплива на российский рынок [4], а также ныне остановленный завод «Уфахимпром», специализировавшийся на производстве химических средств защиты растений. Южнее производственной зоны находится уфимская Черниковка - жилой район, застроенный преимущественно в 50-х годах прошлого века. На территории Орджоникидзевского района проживает более 170 тысяч человек.

Одним из результатов концентрации нефтеперерабатывающих и химических производств стала неблагоприятная экологическая обстановка и высокий уровень загрязнения территорий. Наибольший вред окружающей среде наносит завод «Уфахимпром» в связи с тем, что в процессе его работы образовался опасный побочный продукт - диоксин, относимый к классу наиболее токсичных техногенных веществ (супертоксиантов). Несмотря на то, что с 2004 года производство остановлено, на территории завода площадью 47 гектаров, находятся накопленные ранее токсичные отходы. Санация предприятия до сих пор не проведена в связи с отсутствием средств.

Серьезную экологическую опасность представляют скопившиеся в северной промзоне нефтешламы - отходы нефтехимического производства, объем которых оценивается в 220 тысяч тонн. В декабре 2017 года проведена реконструкция биологических очистных сооружений по очистке промышленных стоков. Установку по переработке нефтешламов планируется построить в ближайшем будущем. Однако на сегодняшний день отходы нефтехимии являются мощным источником отрицательного воздействия на экологию района.

Помимо промышленных предприятий на экологическую обстановку Орджоникидзевского района оказывает влияние крупный полигон твердых бытовых отходов, расположенный вблизи поселка Новые Черкасы. Площадь полигона около 100 га. За год на его территорию вывозится более 600 тыс. тонн мусора. Из них только 230 тыс. тонн перерабатываются предприятиями муниципалитета, малого и среднего бизнеса.

Все указанные объекты относятся к первому классу опасности по уровню воздействия на окружающую среду и должны быть отделены от жилой застройки санитарно-защитными зонами не менее 1000 м. Однако загрязняющие воздух, воду и почву вещества проникают далеко за пределы санитарно-защитных зон. Об этом свидетельствуют данные автоматических станций контроля ФГБУ «Башкирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» [2]. Сами жители Орджоникидзевского района неоднократно подавали жалобы в администрацию на едкий химический запах в воздухе.

На основании вышеизложенного нами были выделены зоны негативного воздействия от различных объектов - промышленных предприятий, кладбища, полигона ТБО (рис.3). Отдельно показаны зоны загрязняющего воздействия от автомобильного транспорта, расположенные вдоль крупных автодорог.

Большая часть жилых массивов Орджоникидзевского района находится в зонах негативного воздействия тех или иных объектов. Наиболее неблагоприятными можно считать улицы Комарова, Грибоедова, А.Невского, Свободы, Бирский тракт. И только жилые кварталы в южной части района являются относительно благоприятными.

#### Литература

1. Гареев, А.М. О городе Уфа [Электронный ресурс] / А.М. Гареев. // Уфа - 2011 - №1. - Режим доступа: <http://ufacity.info/ufa/history/> - 23.12.2017.

2. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2016 году [Текст]: Уфа, 2017. - 316с.
3. Республиканские нормативы градостроительного проектирования Республики Башкортостан «Градостроительство. Планировка и застройка городских округов, городских и сельских поселений Республики Башкортостан» [Текст] : утв. Постановлением Правительства Республики Башкортостан от 13 мая 2008 года. - Уфа, 2010. - 315с.
4. Фатыхов, А. Промзоны: взгляд в будущее [Электронный ресурс] / А. Фатыхов. // Уфимская городская электронная газета «Уфавед» - 2016. - №2. - Режим доступа: <http://ufaved.info/articles/ekobuisness/promzony-vzglyad-v-buduschee/> - 20.12.2017.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СОРСКОГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСТОЯНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА (РЕСПУБЛИКА ХАКАСИЯ)

А.В. Белошейкина<sup>1</sup>, А.В. Таловская<sup>2</sup>

Научный руководитель профессор Е.Г. Язиков

<sup>1</sup> ООО «ХАКАСТИСИЗ», г. Абакан

<sup>2</sup> Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский Томский политехнический университет", г. Томск, Россия

Сорский горно-обогатительный комбинат - это одно из главных предприятий России по добыче и переработке медно-молибденовых руд. Предприятие расположено на территории Усть-Абаканского района Республики Хакасия. С момента начала эксплуатации данного месторождения произошли существенные изменения окружающей среды. Снеговой покров является идеальной депонирующей средой. В снеге фиксируются как частицы природного происхождения, так и техногенного, поступающие за счет деятельности месторождения и других загрязнителей. Воздействие на снеговой покров происходит при разработке карьера и размещении отвалов руды и породы, пылением с отвалов, а также при производстве буровзрывных и добычных работ [1].

Целью работы являлось определение состояния атмосферного воздуха в зоне воздействия Сорского горно-обогатительного комбината на основе оценки показателей состояния снежного покрова. На основе ранее проведенных в 2016 г. снегогеохимических исследований на территории Сорского ГОКа, для оценки дальности его воздействия за пределами санитарно-защитной зоны сеть опробования было расширена на ключевых участках в 2017 г. на расстояние до 11-15 км от границ СЗЗ (рис. 1). Для оценки влияния объектов Сорского ГОКа на состояние снежного покрова за границами санитарно-защитной зоны были заложены 5 ключевых площадок (рис.1).

Ключевой участок № 1 был выбран в центре территории промышленной площадки (точка отбора №1). Рядом с карьером расположены отвалы № 6 и 7. Ключевой участок № 2 был заложен в северо-восточном направлении от границы санитарно-защитной зоны по направлению основного ветрового переноса от объектов (карьер, отвалы) ГОКа для оценки дальности переноса выбросов. Ключевой участок №4 покрывает территорию в юго-восточном направлении от санитарно-защитной зоны для оценки переноса в сторону г. Сорска и за его пределами. Ключевой участок №5 заложен в юго-западной части от хвостохранилища, в юго-западном направлении от границы санитарно-защитной зоны для оценки дальности ветрового переноса веществ из хвостохранилища. Ключевой участок №6 - в северо-западной части от хвостохранилища, в северо-западном направлении от границы санитарно-защитной зоны для оценки дальности ветрового переноса веществ из хвостохранилища.

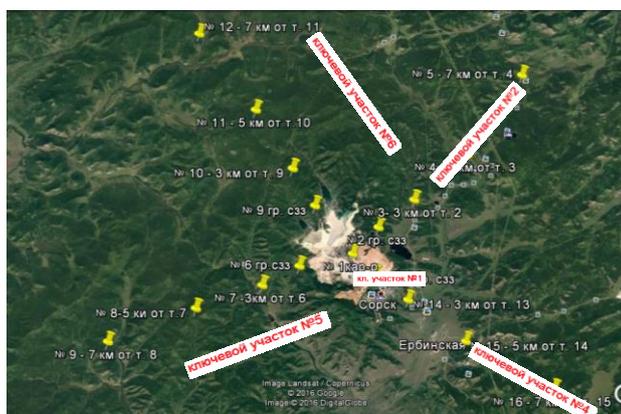


Рис. 1 Схема отбора проб снежного покрова на территории ООО «Сорский ГОК» и в зоне его влияния

На каждом ключевом участке использовалась векторная система. Расстояние между точками на каждом участке - от 3 до 7 км. Также было отобрано 5 фоновых проб, располагающихся на расстоянии 10 км в северо-западном направлении от точки отбора №12 шестого ключевого участка.

## СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.

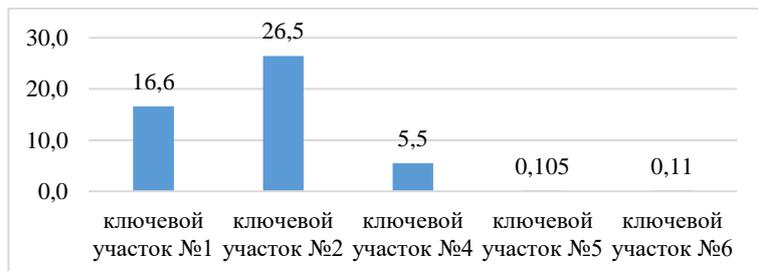
Все работы, включая отбор и подготовку проб снега, были выполнены в соответствии с методическими рекомендациями (Назаров и др., 1978; Методические..., 1982; Василенко и др., 1985; Геохимия., 1990), руководства по контролю загрязнения атмосферы (Руководство..., 1991) [4,7]. Лабораторно-аналитические исследования проб с помощью масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой проводили в ООО «Химико-аналитический центр «Плазма» (г. Томск).

Оценка загрязнения в зоне влияния Сорского горно-обогатительного комбината проводилась по величине пылевой нагрузки и суммарному показателю загрязнения.

Расчет пылевой нагрузки проводился по формуле:  $Pn = P / (S \cdot t)$ , где: P - масса пыли в пробе (мг; кг); S - площадь шурфа ( $m^2$ ;  $km^2$ ); t - время от начала снегостава до отбора проб снега (количество суток) (Геохимия..., 1990). Поскольку антропогенные аномалии, как правило, имеют полиэлементный состав, для них рассчитывается суммарный показатель загрязнения Zc (СПЗ), характеризующий эффект воздействия группы элементов (Геохимия..., 1990):  $Zc = \sum KK - (n - 1)$ , где n - число химических элементов, учитываемых в расчетах при выполнении условия  $KK > 1,5$  соответственно.

Сравнение среднего значения пылевой нагрузки на изучаемых ключевых участках показало, что на территории всех ключевых участков наблюдается низкая степень пылевого загрязнения (рис. 2). Самую высокую величину пылевой нагрузки можно наблюдать на ключевом участке №2 («Северо-восточное направление»), это можно объяснить преобладающим направлением ветра, то есть наибольшее пыление и перенос загрязняющих веществ осуществляется именно в этом направлении, также по данному направлению возле границы СЗЗ расположены отвалы №7 и №8, которые являются одними из основных источников загрязнения атмосферы.

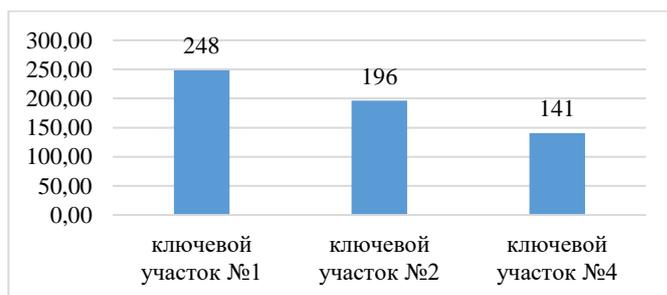
Также пылевая нагрузка уменьшается по мере удаления от границы расчетной санитарно-защитной зоны и по мере удаления от основного источника загрязнения - карьера (ключевой участок №1), что четко прослеживается по графику значений средней пылевой нагрузки по мере удаления от границ СЗЗ (граница СЗЗ, 3 км, 8 км, 15 км от границы СЗЗ).



**Рис. 2 Сравнительная характеристика величины пылевой нагрузки на территорию изучаемых ключевых участках (ключевой участок № 1 - промплощадка, № 2 - зона воздействия отвала № 7, № 4 - зона воздействия г. Сорска, № 5 - зона воздействия хвостохранилища (Ю-3 граница СЗЗ), № 6 - зона воздействия хвостохранилища (С-3 граница СЗЗ))**

Сравнение среднего значения величины суммарного показателя загрязнения на территории изучаемых ключевых участков показало, что все ключевые участки характеризуются высокой степенью загрязнения изучаемыми химическими элементами (рис. 3). На первом ключевом участке наблюдается самый высокий показатель СПЗ, что легко объясняется тем, что точка отбора №1 расположена на территории месторождения, где оказывается наибольшее влияние всех источников загрязнения. Высокое значения показателя СПЗ на ключевом участке №2 объясняется преобладающим направлением и ветра, основной перенос загрязняющих веществ осуществляется именно в этом направлении. Высокий уровень СПЗ на ключевом участке №4 обусловлен наличием дополнительных источников загрязнения атмосферы таких, как: Сорская ТЭЦ, а также наличие печного отопления и использование угл  $mg/m^2$  в суг. отопления. Основной вклад в такую степень загрязнения вносят высокие относительно фона содержания Mo, Ag, Nb в пробах твердого осадка снега.

Также можно заметить тенденцию к уменьшению СПЗ по мере удаления от границы расчетной санитарно-защитной зоны и основных источников загрязнения на расстоянии до 3 км, далее наблюдается увеличение СПЗ на расстоянии до 8 км от границы расчетной СЗЗ и далее на расстоянии до 15 км от границы расчетной СЗЗ, что напрямую связано с добавлением внешних источников загрязнения атмосферы, таких как: ТЭЦ г. Сорска, печное отопление в г. Сорске и ст. Ербинской, курорт-санаторий «Туманный».



**Рис. 3 Средняя величина суммарного показателя загрязнения на территории всех изучаемых ключевых участках (ключевой участок № 1 - промплощадка, № 2 - зона воздействия отвала № 7, № 4 - зона воздействия г. Сорска, № 5 - зона воздействия хвостохранилища (Ю-3 граница СЗЗ), № 6 - зона воздействия хвостохранилища (С-3 граница СЗЗ))**

По результатам анализа уровней накопления более 60 химических элементов в твердом осадке снега и жидкой фазе снега можно предложить проводить периодический контроль содержания всех изучаемых элементов

в снеговом покрове. При этом особое внимание стоит обращать на Mo, Nb и Ag, т.к. их содержание превышает фон от 20 до 50 раз в пробах твердого осадка снега, и преимущественно данные элементы создают высокую степень загрязнения на территории и за пределами ГОКа. Рекомендуется выполнять мониторинг в точках в северо-восточном направлении за пределами границ расчетной СЗЗ.

#### Литература

1. Отчет по анализу соответствия деятельности предприятия требованиям в области охраны окружающей среды. Закрытое акционерное общество «Группа компаний ШАНЭКО». - М., 2011
2. Певзнер М.Е., Костовецкий В.П. Экология горного производства. - М.: Недра, 1990. - 230 с.
3. Язиков Е.Г., Шатилов А.Ю. Геоэкологический мониторинг: Учебное пособие. - Томск: Изд-во ТПУ, 2004. - 276 с.

### ИТОГИ ИНТЕГРАЦИИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ФОНДА ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ГОРОДА СЕВАСТОПОЛЯ В ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКУЮ СИСТЕМУ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ РФ

Е.И. Бичайкина, В.В. Азарова

Государственное казенное учреждение города Севастополь «Экологический центр», г. Севастополь, Россия

В статье авторами проанализировано практическое значение создания информационной системы недропользования по городу федерального значения Севастополь. Важным звеном в системе недропользования выступает территориальный фонд геологической информации. В статье приведен опыт создания фонда в субъекте, где ранее его не существовало. Описаны этапы интеграции системы недропользования города Севастополя в федеральную систему фондов геологической информации.

The authors analyzed the practical significance of the creation of subsoil use system for federal city of Sevastopol. An important link in the subsoil system serves territorial fund of geological information. The paper presents the experience of creating a fund in the subject, where it did not previously exist. Stages of subsoil use system integration of Sevastopol in the federal system of geological information funds.

*Территориальный фонд геологической информации, информационные ресурсы, недропользование.  
Territorial fund of geological information, informational resources, subsoil use.*

**Введение.** Создание единой базы справочных, информационных, аналитических данных о состоянии недр, геологической изученности территории, состоянии минерально-ресурсного потенциала региона позволяет комплексно учитывать все изменения, происходящие с подземными ресурсами и своевременно принимать необходимые меры по предотвращению нанесения ущерба национальному богатству страны [3].

Важнейшая задача стояла перед городом федерального значения Севастополь, где межправительственным соглашением между новыми субъектами было решено создать территориальный фонд геологической информации (далее - ТФГИ). Территориальная информационно-аналитическая система по городу федерального значения Севастополь входит в состав Единой информационно-аналитической системы геологических фондов Российской Федерации. Это основа для обеспечения подготовки и принятия управленческих решений органами власти [4].

Территориальная информационно-аналитическая система по городу федерального значения Севастополь создается в целях: информационно-аналитического обеспечения основных групп потребителей природно-ресурсной информации о недрах; создания информационных ресурсов по недропользованию и охране недр, необходимых для обеспечения устойчивого и планомерного развития города Севастополя; ускорения процедур прохождения информации от стадии сбора первичной информации, включая ее анализ и обобщение, и представление в вышестоящие органы; повышения качества обработки и обеспечения надежности хранения информации о недрах; достижения открытости, прозрачности и управляемости информационных процессов в области недропользования [2].

**Характеристика объекта исследования.** Территориальный фонд геологической информации по г. Севастополю был организован в составе ГКУ Севастополя «Экоцентр» и начал свою деятельность в январе 2016 года.

Сотрудниками отдела «ТФГИ» (штатная численность отдела «ТФГИ» - 3 чел.) были организованы и проведены работы по сканированию отчетов по геологическому изучению недр в части территории города Севастополя. Накопленная информация по разделам распределилась следующим образом: «Общая геология» - 20 единиц хранения, «Гидрогеология» - 371 единицы хранения, «Инженерная геология» - 17 единиц хранения, «Полезные ископаемые» - 98 единиц хранения, «Геофизика» - 10 единицы хранения, прочие - 5 единицы хранения (рис. 1).

В мае 2016 г. подписано соглашение об информационном взаимодействии между ГКУ Севастополя «Экоцентр» и ФГБУ «Росгеолфонд» в области геологического изучения недр и недропользования на территории города Севастополя с целью обеспечения функционирования единой системы сбора, обработки и хранения геологической информации. Налажена автоматическая передача территориальной базы ИС «Недра» из ГКУ Севастополя «Экоцентр» в ФГБУ «Росгеолфонд».

В период с июля 2016 г. по настоящее время в отделе «ТФГИ» постоянно проводятся работы по наполнению ИС «Недра». В этот период достигнуты следующие результаты (Рис.2).

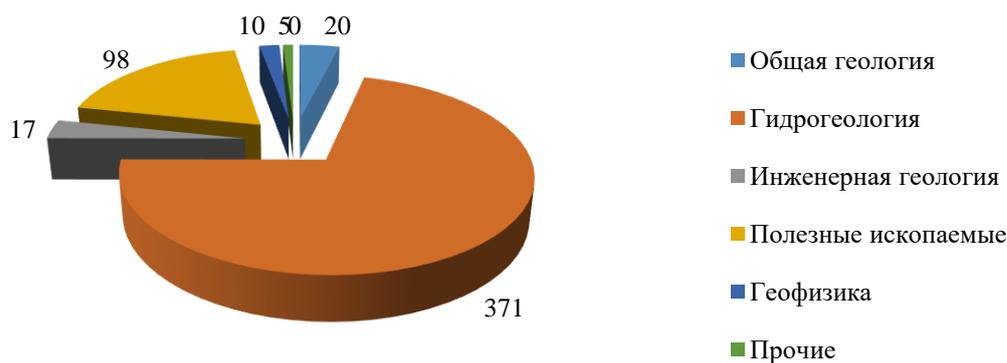


Рис. 1. Распределение геологической информации по видам исследований

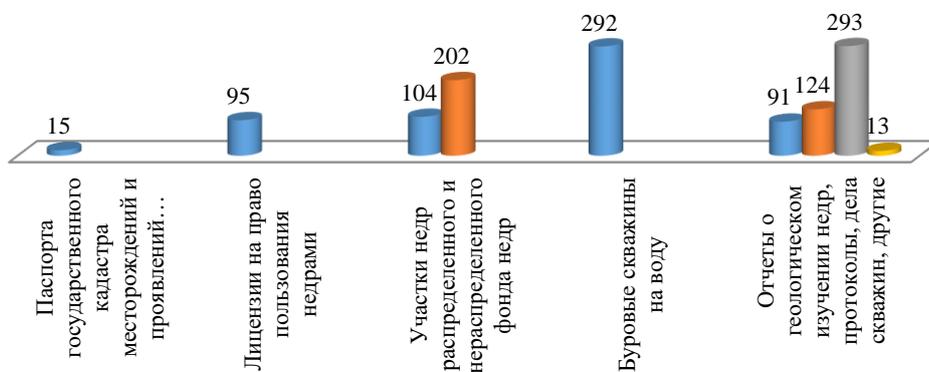


Рис.2. Объем информации, введенной в информационную систему «Недра» за период с июля 2016 г. по настоящее время.

1. Блок «Предприятия» содержит сведения по 222 предприятиям.
2. Блок «Лицензии» включает в себя сведения по 95 лицензиям на все виды полезных ископаемых, в том числе по тем, которые не поступают в федеральную регистрационную базу.
3. Блок «Участки и части недр» содержит сведения об 104 участках недр распределенного и 202 нераспределенного фонда. Параметры по участкам недр включают в себя все общие сведения об участках (включая координаты), сведения о запасах (в т.ч. движение, сведения об утверждении и экспертизах), сведения о водоносных горизонтах.
4. Блок «Буровые на воду» содержит сведения о 292 скважинах, отражающие учетные карточки буровых на воду.
5. Блок «Государственный кадастр месторождений» содержит 15 паспортов Государственного кадастра месторождений и проявлений полезных ископаемых.
6. Блок «Каталог документов» содержит информацию о количестве отчетов о геологическом изучении недр - 91, протоколов - 124, дело скважины - 293, другие - 13.

**Методика исследований.** В ходе работы по созданию Территориального фонда геологической информации в городе федерального значения Севастополь были использованы математический, картографический, статистический методы исследования, а также анализ полученных данных.

**Выводы по теме работы.** ТФГИ выступает ключевым звеном в грамотном управлении природно-ресурсным потенциалом территории. Успешная интеграция в информационно-аналитическую систему недропользования Российской Федерации позволяет отделу «ТФГИ» качественно и оперативно выполнять следующие государственные услуги: 1. Административное обеспечение деятельности организации в части информационно-аналитического обеспечения в сфере воспроизводства и использования природных ресурсов; 2. Предоставление в пользование геологической информации о недрах, полученной в результате государственного геологического изучения недр. В течение 2016-2017 г.г. предоставлено в пользование шести юридическим лицам 314 единиц хранения геологической информации на основании решений Главного управления природных ресурсов и экологии города Севастополя (Севприроднадзор).

**Заключение.** Внедрение территориальной информационно-аналитической системы недропользования и охраны недр на территории города федерального значения Севастополь в единую информационно-аналитическую систему недропользования Российской Федерации позволяет обеспечить формирование единого информационного пространства в сфере природопользования и охраны окружающей среды в рамках общей

информационной поддержки принятия управленческих решений на государственном уровне; улучшение качества и сокращение сроков подготовки и принятия решений Минприроды России, Роснедр, иных федеральных, территориальных органов исполнительной власти и органов исполнительной власти г. Севастополя по вопросам недропользования и охраны недр; повышение эффективности использования природно-ресурсной базы; повышение оперативности и качества представления информации; осуществление персонифицированного учета недропользователей [1].

В настоящее время безостановочно идет процесс по максимальной оптимизации деятельности ТФГИ, постоянно идет накопление, анализ, систематизация материалов в сфере недропользования. Несмотря на сравнительно небольшой срок работы фонда, достигнуты важные результаты, позволяющие сделать заключение о важности и практической значимости проведенной работы [5].

#### Литература

1. Агафонов В.Б. Основные направления развития законодательства Российской Федерации в сфере учета информации о состоянии недр / В.Б. Агафонов // Актуальные проблемы Российского права. 2009. № 3.
2. Закон РФ «О недрах» от 21 февраля 1992 г. № 2395-1 (в ред. от 03.07.2016 № 164-ФЗ).
3. Красная А. С. Анализ государственной системы управления недропользованием / А.С. Красная // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2009. № 2.
4. Петров О.В. Об эффективном использовании минерально-сырьевого потенциала недр России / О.В. Петров // Вестник Челябинского государственного университета. 2010. № 2.
5. Слободник Д.И. Некоторые аспекты экономического механизма государственного регулирования недропользования / Д.И. Слободник // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2014. № 1.

### **ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ В СОСТАВЕ ВОЛОС ДЕТЕЙ КАК ИНДИКАТОР ТЕХНОГЕННО - ИЗМЕНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ ПОСЕЛКОВ УРСК И КОМСОМОЛЬСК (КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

**Е. Блюм**

Научный руководитель профессор Н.В. Барановская

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Современные промышленные технологии являются неотъемлемой частью техносферы, формирующей совершенно иной химический фон эволюционирующей биосферы. Для экосистем в целом и каждого региона проживания человека, этот новый фон не является нормой с точки зрения его адаптивных реакций и, как следствие, негативно отражается на состоянии здоровья. Не менее важно то, что негативные воздействия на живые организмы носят накопительный характер и поэтому могут годами формировать его химический статус. Локальными факторами, которые влияют на формирование элементного состава тканей человека, могут являться объекты хранения отходов горнорудного производства.

До сегодняшнего дня, считающиеся низкотоксичными отходы горнодобывающей и металлургической промышленности, складываются и хранятся в разнообразных накопителях на различных территориях, и зачастую экологические нормы и требования по их хранению не соблюдаются. Следует отметить, что и одновременность функционирования таких источников не учитывается. В конечном итоге, почва, подземные и поверхностные воды таких территорий подвержены интенсивному загрязнению. По трофическим цепям происходит передача загрязняющих веществ человеку. В таких регионах важно своевременно проводить оценку экологической ситуации, и проведение подобного мероприятия становится все более актуально. На сегодняшний день одним из эффективных способов оценки геоэкологической ситуации вокруг таких объектов с выявлением накопления в организме человека является анализ элементного состава его биосубстратов (кровь, ногти, волосы и пр.). Состав этих биосубстратов может служить важнейшим геоиндикатором хозяйственной деятельности. Правомочность и результативность взятия пробы волос на анализ экологотоксикологических корреляций подтверждена результатами огромного количества исследователей [3,6,8] и перечнем координационных международных программ, которые выполнялись под руководством Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) [9, 10].

Человеческие волосы способны депонировать в своей структуре химические элементы в довольно больших концентрациях. Облегченная подготовка для анализа отобранных проб является отличным преимуществом данного материала. Данный биосубстрат показал себя отличным индикатором влияния окружающей среды на организм человека, как с точки зрения экологических и геохимических исследований [5,7], так и со стороны медицинских исследований [1].

Целью было: Изучить содержание элементов специфично накапливающихся в волосах детей, проживающих в районах расположения хвостохранилищ месторождений Урского и Комсомольского (Кемеровская область).

Если говорить о территориальном расположении, то Комсомольское хвостохранилище расположилось на местности бывшего Комсомольского золотоизвлекательного завода в пос. Комсомольск (Кемеровская область). Методом цианирования в заводских условиях перерабатывались золото-арсенинит кварцевые руды. Кроме того, на заводе перерабатывались золотосодержащие отходы Кадамжайского сурьмяного комбината (Кыргызстан) и Бериккульской золотоизвлекательной фабрики. Площадь хвостохранилища 146 тыс. м<sup>2</sup>, объем около 810 тыс. м<sup>3</sup>, количество накопленного материала представляет примерно 1.1 млн м<sup>3</sup>[2].

**СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.**

Урское хвостохранилище было сформировано 80 лет назад. Отходы цианирования полиметаллических *Cu-Zn* серноколчеданных руд и руд зоны окисления Ново-Урского месторождения, для которых характерно содержание Hg, были складированы в виде двух куч высотой 10-12 м [4]

Пробы волос отбирались по стандартной методике, рекомендованной МАГАТЭ. В пробоподготовку волос детей входило высушивание при комнатной температуре. Чтобы подготовиться к данному виду исследования, необходимо измельчить пробу волос ножницами из нержавеющей стали до того состояния, пока длина сегмента не будет равна примерно 0,5 см. Всего было собрано 19 проб волос от разных респондентов. Во всех пробах был определен элементный состав (более 60 химических элементов) методом ICP-MS в ООО "Химико-аналитический центр "Плазма" (Томск).

Полученные результаты исследований обрабатывались на рабочем компьютере с использованием программ «Excel» и «Statistica» были найдены корреляционные связи элементов, построены дендрограммы, коэффициенты концентрации относительно фона (поселок Макарак).

Полученные данные по коэффициентам концентрации, рассчитанным относительно условного фона для когорт детей проживающих в населенных пунктах, непосредственно прилегающих к местам расположения хвостохранилищ, приведены в таблице.

*Таблица*

**Геохимическая специализация волос детей поселков Комсомольск и Урск Кемеровской области относительно регионального фона (п. Макарак)**

Поселок	1-2	2-5	5-10
Комсомольск	<i>Zn1-Ni1-V1-Rb1-B1,2-Cr1,2-Co1,2-Cu1,2-Lu1,2-Sc1,4-Sn1,4-Te1,4-Pt1,4-Er1,5-K1,7-Ca1,8-Sr1,8</i>	<i>Li2,1-As 2,2-Be2,5-Mg2,5-Tl2,5-U3,5-Eu4-Ag4,5</i>	<i>Re5-Au5,3-Sb5,5</i>
Урск	<i>Fe1-Rb1-In1-P1,1-Cr1,1-Sn1,1-Sc1,2-Co1,2-Hg1,2-Zn1,3-Te1,3-Cu1,4-Pb1,4-Ti 1,5-As1,5-Lu1,6-Sb1,7-Mg1,8-Sr1,8-Pt 1,8-Be1,9</i>	<i>Ca2-Bi2-V2-Na2,2-K 2,2-Er2,4-Li2,5-Eu2,6-Re2,6-B 2,8-Ba2,9-Tl3,7-Au4,4</i>	<i>Ag5,3</i>

В частности, таблица показывает, что относительно местного фона в волосах детей поселка Урск в большей степени концентрируются такие элементы, как золото, рений, барий, литий, железо, рубидий, фосфор, хром, олово, скандий и ряд других. Так в Урске элемент Ag в 5,3 раза превысил содержание относительно фона, а Au в 4 раза выше. Это может быть обусловлено тем, что в западной части Гурьевского района имеются золоторудные месторождения, и встречаются геохимические аномалии таких элементов как Ag, As, Au. В поселке Комсомольск есть элементы в 5 раз превышающие фон относительно поселка Макарак: *Re5 Au5,3 Sb 5,5*. Следует отметить, что *Re* в Комсомольске в 2 раза выше, чем его концентрация в волосах детей Урска. Нами замечено превышение относительно фона *U* в 3,5 раз, для жителей поселков замечено схожая концентрация *Li* относительно фона.

В целом, нами были установлена специфика накопления химических элементов в составе волос детей населенных пунктов Урск и Комсомольск Кемеровской области, расположенных в районах хвостохранилищ ранее обрабатываемых месторождений. Выявлены индикаторные свойства содержания и соотношения элементов относительно литературных источников, регионального фона, а также относительно друг друга. Отмечены высокие содержания *As, Au, Sb, Re, Li, Hg* и *U* в волосах жителей поселка Комсомольск и *Ag, Au, As, Re, Li, Hg* в волосах жителей населенного пункта Урск. Результаты исследования подтверждают наличие индикаторных свойств волос детей, проживающих в поселках Урск и Комсомольск (Кемеровская область), что позволяет использовать этот объект в биогеохимическом мониторинге для оценки загрязнения окружающей среды и влияния на организм человека в целом.

#### Литература

1. Агаджанян Н.А. Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека / Н.А. Агаджанян, А.В. Скальный. М.: Изд-во КМК, 2001. - 83 с.
2. Белан Л.Н. Геоэкологические основы природно техногенных экосистем горнорудных районов Башкортостана: автореф. дис. на соиск. уч. ст. д-ра геол.-мин. н. - Москва, 2007. - 50 с.
3. Демидов В. А., Скальный А. В. Связь элементного состава волос жителей Центрального федерального округа с доминирующим типом почв // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2012. №6. С. 7-16.
4. Лазарева Е.В., Бортникова С.Б., Шуваева О.В., Мазеина Л.П. Особенности исходных вторичных соединений сурьмы в зоне окисления отходов цианидного передела // Минералогия техногенеза. - Миасс: ИМин УрО РАН, 2000. - С. 24-39.
5. Ревич Б.А. Химические элементы в волосах человека как индикатор воздействия загрязнения производственной и окружающей среды / Б.А. Ревич // Гигиена и санитария. 1990. - № 3 - С. 55-59

6. Рихванов Л.П. и др.: Биогеохимический мониторинг в районах хвостохранилищ горнодобывающих предприятий с учетом микробиологических факторов трансформации минеральных компонентов / М-во образования и науки РФ, Нац. исслед. Том. политехн. ун-т; Ин-т геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН; Ин-т нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2017. - 437с.
7. Саэт Ю.Е. и др. Геохимия окружающей среды. М., Недра, 1983. - 335 с.
8. Скальный А. В. Цинк и здоровье человека (книга для современных думающих врачей и любознательных пациентов). Оренбург : РИК ГОУ ОГУ, 2003. 80 с.
9. Chojnacka, K., Gorecka, H., Chojnacki, A., Górecki, H., 2005. Inter-element interactions in human hair. Environ. Toxicol. Pharm. 20, 368.
10. Rodushkin I., Axelsson M.D. Application of double focusing sector field ICPMS for multielemental characterization of human hair and nails. P. II. A study of the inhabitants of northern Sweden // The Science of the Total Environment. - 2000. - V. 262 (1-2). - P. 21-36

## ЦИНК В ПОЧВАХ ТЮМЕНСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗАКАЗНИКА

**В.В. Боев**

Научный руководитель профессор Н.В. Барановская

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Одной из функций литосферы является геохимическая, которая отражает неоднородности геохимических полей. Определение содержания химических элементов в почвах имеет как теоретическое, так и практическое значение. В теоретическом аспекте важно установление химического состава и свойств почв, а в практическом отношении — выяснение фоновых концентраций элементов, которые можно использовать для экологического мониторинга.

Целью исследований являлось определение содержания цинка в почвенных горизонтах на территории Тюменского федерального заказника.

Отбор почв был осуществлен у восточной границы заказника на территории, представленной смешанными хвойно-лиственными лесами. Было сделано 4 разреза глубиной более 1,5 м в лесу березово-сосновом с липой. Почвы относятся к дерново-подзолистому типу [11].

В разрезе почва отбиралась по горизонтам, начиная от нижнего горизонта, и упаковывалась в полиэтиленовые пакеты. Почва высушивалась при комнатной температуре, просеивалась через сито размером ячеек 2 мм, истиралась до однородного состава с применением виброистирателя.

Анализ проводился в Томском политехническом университете методом инструментального нейтронно-активационного анализа и в Институте почвоведения и агрохимии СО РАН методом атомной абсорбции. Обработка результатов анализа осуществлялась с использованием современных пакетов программ EXEL и STATISTIKA 6.0. Полученные по разрезу результаты приведены в таблице и на рисунках 1, 2.

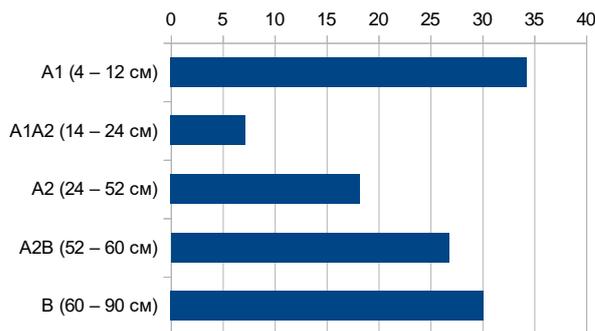
*Таблица*

*Результаты анализов*

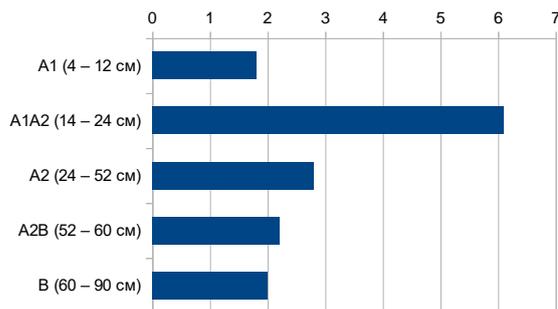
Форма	Метод анализа	Содержание	
		min-max	$\Sigma \pm$ ст. откл
Валовая	ИНАА	1,8-30,4	11,06 $\pm$ 7,3
	АА	7,21-34,31	23,3 $\pm$ 10,8
Подвижная	АА	0,44-0,62	0,55 $\pm$ 0,07

Использованные методы анализа дали различные результаты. ИНАА характеризуется большим разбросом значений валового содержания, но меньшей погрешностью. При этом среднее содержание по результатам ААЭ в 2 раза выше. Значения обоих анализов находятся в близких пределах.

Содержание в почве Zn колеблется по профилю. Наибольшее валовое содержание в верхнем горизонте, а наименьшее в А1А2. Высокое содержание Zn в высших горизонтах может объясняться тем, что органическое вещество способно связывать его в устойчивые формы [7]. К тому же Zn адсорбируется органическими и минеральными компонентами, поэтому для многих почв характерно его высокое содержание у поверхности [6]. Ниже А1А2 содержание элемента возрастает с глубиной. Накопление его в нижних горизонтах, представленных тяжелыми суглинками, может объясняться удержанием глинами [7]. Несмотря на различные результаты анализов, закономерности распределения элемента по профилю идентичны.



**Рис. 1** Валовое содержание Zn в почвах (в мг/кг)



**Рис. 2** Соотношение валового содержания и подвижных форм Zn

Подвижность цинка наибольшая во втором горизонте. Далее она снижается с глубиной. Данная закономерность может объясняться кислотным выщелачиванием элемента, характерным в том числе для подзолистых песчаных почв. К тому же подвижность Zn связана обратной зависимостью с содержанием Ca [7], а в исследованных почвах по результатам ИНАА в большинстве случаев в горизонте A1A2 наименьшее содержание данного элемента по профилю.

Кларк для почв равен 90 мг/кг [13] либо 60 мг/кг [12], ПДК — 23 мг/кг [3]. Таким образом, полученные данные значительно ниже приведенных значений кларков и соответствуют ПДК. Генеральное среднее содержание для почв мира составляет  $56 \pm 5$  г/т либо 50 г/т [2], для бывшего СССР —  $57 \pm 11$  [7]. В дерново-подзолистых почвах Московской области содержание Zn равно 50 г/т, а в тех же почвах зандровых равнин — 142 г/т. Наибольшее его количество содержится в аллювиальных почвах (25 — 214 г/т) [6]. При этом для лесных и таежных ландшафтов Нечерноземья часто характерен недостаток данного элемента (48%) [8]. В подзолистых и песчаных почвах бывшего СССР содержание колеблется от 3,5 до 57 мг/кг, а среднее равно 31 мг/кг [4, 5]. В дерново-подзолистой почве содержание Zn равно  $43,4 \pm 8$  мг/кг [9] и возрастает с глубиной от 33 мг/кг в горизонте A1 до 60 мг/кг в C [1]. В лесных почвах бассейна оз. Котокельское среднее содержание равно  $47,8 \pm 5,3$  мг/кг [10]. Содержание Zn в дерново-подзолистых почвах Московской области составляет 50 мг/кг [6]. Таким образом, полученные данные соответствуют литературным и ниже приведенным средним значениям.

#### Литература

1. Безносиков В.А., Лодыгин Е.Д., Кондратенко Б.М. Оценка фоновое содержания тяжелых металлов в почвах европейского северо-востока России. Почвоведение. 2007. № 9.
2. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. - М.: Изд-во АН СССР, 1957.
3. Водяницкий Ю.Н. Нормативы содержания тяжелых металлов и металлоидов в почвах // Почвоведение. 2012. № 3. С. 368 — 375.
4. Головина Л.П., Лысенко М.Н., Кисель Т.И. Содержание и распределение цинка в почвах Украинского Полесья. - Почвоведение, № 2, 1980, с. 72.
5. Зборищук Ю.Н., Зырин Н.Г. Медь и цинк в пахотном слое почв Европейской части СССР. - Почвоведение № 1, 1978, с. 38.
6. Иванов В. В. Экологическая геохимия элементов: Справочник: В 6 кн./Под ред. Э. К. Буренкова. - М.: Недра, 1994.
7. Кабата-Пендиас А. Пендиас Х., «Микроэлементы в почвах и растениях» // «Мир», Москва, 1989, 439 с.
8. Ковальский В.В. Геохимическая экология. - М.: Наука, 1974.
9. Круглов С.В., Анисимов В.С., Лаврентьева Г.В., Анисимова Л.Н. Параметры селективной сорбции Co, Cu, Zn и Cd дерново-подзолистой почвой и черноземом. Почвоведение. 2009. № 4. С. 419 — 428.
10. Сосорова С.Б., Гынинова А.Б., Меркушева М.Г., Убугунов Л.Л., Болонева Л.Н. Содержание микроэлементов и железа в почвах и растениях бассейна озера Котокельское (Западное Забайкалье) // Почвоведение. 2012. № 4. С. 429 — 438.
11. Сысо А.И. Закономерности распределения химических элементов в почвообразующих породах и почвах Западной Сибири. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. - 227 с.
12. Ярошевский А. А. Кларки геосфер // Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых. - М.: Недра, 1990.
13. Bowen H.J.M Environmental Chemistry of the Elements. - N.Y.: Acad. Press, 1979.

### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЭПИФИТНЫХ МХОВ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН ГОРОДОВ ЛЕНИНСКА-КУЗНЕЦКОГО И ТОМСКА

**Н.П. Боженко**

Научный руководитель доцент А.М. Межибор

**Национальный исследовательский Томский Политехнический университет, г. Томск, Россия**

Мхи различных видов в последние годы активно используются в эколого-геохимических исследованиях как индикаторы состояния окружающей среды. Мхи не имеют корневой системы, что делает их оптимальными сорбентами для атмосферных выпадений. Благодаря своим морфологическим особенностям, мхи поглощают

выпавшие на их поверхность вещества, а низкий уровень метаболизма способствует их последующему накоплению в биомассе [1, 2].

Цель настоящих исследований - оценить загрязнение воздуха в рекреационных зонах г. Ленинск-Кузнецкий (Кемеровская область), г. Томска и пригорода путем определения содержаний химических элементов в эпифитных (древесных) мхах.

В 2015 году были отобраны пробы мхов, произрастающих на коре деревьев, на территории г. Ленинск-Кузнецкий в Кемеровской области: 3 точки в парке, расположенном на северо-западе города, и в качестве фонового показателя - 3 точки, расположенные на расстоянии 10 км к юго-востоку от города. Также в 2015 г. были отобраны пробы мхов, произрастающих на коре деревьев, в нескольких рекреационных зонах Томского района: в поселке Заварзино, расположенном в 6 км к юго-востоку от г. Томска; в поселке Аникино, расположенном на расстоянии 10 км к югу от г. Томска; на территории Лагерного сада г. Томска; в деревне Лаврово в 50 км к западу от г. Томска; в качестве фонового показателя были отобраны пробы эпифитных мхов на болоте у оз. Песчаное, расположенного близ села Тимирязевское в 5 км к западу от г. Томска.

При анализе полученных проб был использован инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА) на базе исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т Томского политехнического университета (аналитик А.Ф. Судыко). Содержание химических элементов во мхах приводится в таблице.

Таблица

Содержание химических элементов (мг/кг) в эпифитных мхах рекреационных зон г. Томска, Томского района и г. Ленинск-Кузнецкий

Место отбора проб	Na, %	Ca, %	Sc	Cr	Fe, %	Co	Zn	As	Br	Rb	Sr	Ag	Sb	Cs
ЗВ	0,05	0,39	0,61	3,58	0,21	1,23	16,4	0,97	8,6	7,4	9	0,1	0,05	0,31
АН	0,11	0,51	1,17	5,86	0,42	2,12	50,7	1,67	10,7	9,92	6,39	0,1	0,24	0,39
Пес	0,01	0,12	0,11	0,5	0,07	0,62	5	0,53	5,95	22,1	10	0,1	0,05	0,17
ЛС	0,11	0,54	1,4	18,9	0,48	2,74	104	2,33	8,48	13,3	9,95	0,1	0,41	0,5
ЛАВ	0,03	0,33	0,38	0,5	0,1	0,81	43,7	1,34	6,35	10,9	10	0,07	0,05	0,22
ЛК-ЮВ	0,16	0,99	2,46	18,9	0,73	3,98	156	2,39	9,48	20,2	37,36	0,1	0,87	0,97
ЛК-ПГ	0,28	1,21	3,53	33,2	1,17	5,15	115	5,51	9,56	24,8	100,4	0,1	1,41	1,52
Место отбора проб	Ba	La	Hf	Ta	Au	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu	Th	U
ЗВ	68,7	1,8	0,29	0,05	0,0018	4,99	1,05	0,18	0,02	0,03	0,008	0,02	0,49	0,94
АН	97,8	3,58	0,77	0,05	0,0044	8,82	2,14	0,43	0,09	0,09	0,28	0,04	0,62	1,22
Пес	12,5	0,31	0,07	0,002	0,0017	1,36	0,25	0,03	0,01	0,01	0,03	0,01	0,07	0,6
ЛС	129	4,3	0,85	0,06	0,0049	11,9	3,93	0,57	0,12	0,14	0,38	0,05	1	0,99
ЛАВ	47,7	1,08	0,23	0,02	0,0013	3,41	0,95	0,25	0,03	0,03	0,09	0,01	0,18	0,63
ЛК-ЮВ	172	6,03	1,36	0,09	0,003	12,9	4,84	1,27	0,18	0,18	0,52	0,08	0,76	1,46
ЛК-ПГ	318	8,64	1,66	0,16	0,004	21,7	6,61	1,45	0,24	0,3	0,79	0,11	1,8	1,8

Примечание: ЗВ - пос. Заварзино; АН - пос. Аникино; Пес - оз. Песчаное (Тимирязево); ЛС - Лагерный сад г. Томска; ЛАВ - д. Лаврово; ЛК-ЮВ - 10 км к юго-востоку от г. Ленинск-Кузнецкий; ЛК-ПГ - парк им. Горького в черте г. Ленинск-Кузнецкий.

По результатам анализа полученных данных по г. Томску, Томскому району и г. Ленинск-Кузнецкий стоит отметить, что в целом концентрации химических элементов в рекреационных зонах г. Ленинск-Кузнецкий значительно выше, чем в г. Томске и его окрестностях. Наибольшими концентрациями по всем элементам характеризуется мох из парка им. Горького, расположенного в черте города Ленинск-Кузнецкий (рис. 1).

Примечательно, что наибольшими концентрациями в рассматриваемых территориях отмечаются пробы с рекреационных зон, расположенных непосредственно на территории городов, это пробы с Лагерного сада г. Томска и пробы с парка им. Горького г. Ленинск-Кузнецкого. Это в целом объясняет загрязнение окружающей среды городов в результате воздействия промышленности и автотранспорта.

Как известно, Кемеровская область славится многочисленными запасами каменного угля. Только близ Ленинска-Кузнецкого располагается около десятка шахт. Также вблизи города расположены предприятия по переработке угля. Транспортировка данного полезного ископаемого происходит в том числе через город. Ввиду того, что с угольной пылью и взвешенными веществами при сжигании углей в окружающую среду поступает большое количество химических элементов, эпифитные мхи активно их накапливают.

Территория г. Томска также подвергается существенному антропогенному воздействию, как любой крупный город с развитой промышленностью.

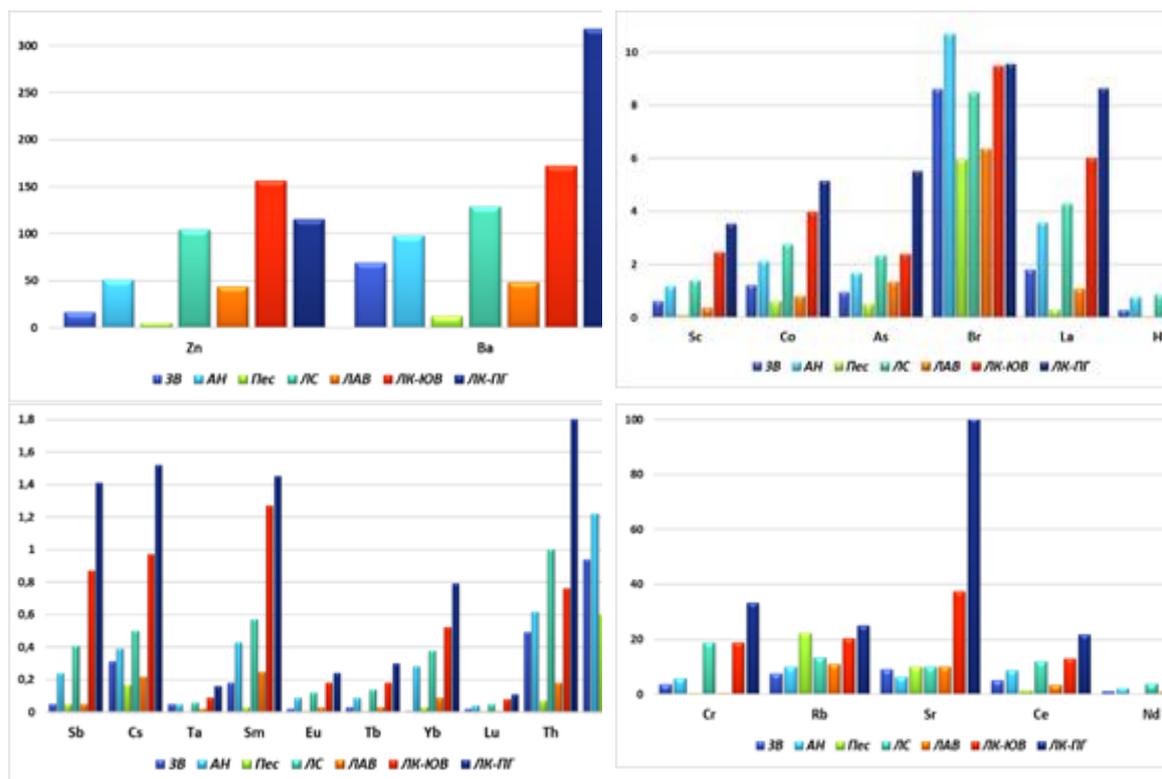


Рис. 1 Содержание химических элементов (z/m) в эпифитных мхах рекреационных зон Томского района и г. Ленинск-Кузнецкого

Примечание: ЗВ - пос. Заварзино; АН - пос. Аникино; Пес - оз. Песчаное (Тимирязево); ЛС - Лагерный сад г. Томска; ЛАВ - д. Лаврово; ЛК-ЮВ - 10 км к юго-востоку от г. Ленинск-Кузнецкий; ЛК-ПГ - парк им. Горького в черте г. Ленинск-Кузнецкий.

Наибольшие концентрации, превышающие содержание в пробах г. Томска и пригорода в несколько сотен раз, наблюдаются у Zn, Sr и Ba. Также значительные превышения в несколько десятков раз наблюдаются у Cr, Rb, Sb, Cs, Ce, Nd, Lu, Th, U. Концентрации остальных элементов (Sc, Co, As, Br, La, Hf, Ta, Au, Eu, Tb, Yb) в пробах г. Ленинск-Кузнецкий превышают содержание этих же элементов в пробах г. Томска и пригорода в 1,5-2 раза.

Также концентрации Cr, As и Au почти одинаковы как в пробах рекреационной зоны пригорода г. Ленинск-Кузнецкого, так и в пробах Лагерного сада г. Томска.

Примечательно, что концентрации Th в пробах Лагерного сада несколько выше, чем в пробах рекреационной зоны пригорода г. Ленинск-Кузнецкого, но, вместе с тем, содержание этого же тория в пробах парка в черте города Ленинск-Кузнецкого выше в несколько раз, чем в пробах Лагерного сада г. Томска.

Что касается остальных элементов, то концентрации ни у одного элемента (за исключением Th) в пробах Лагерного сада г. Томска не превышают концентрации в пробах г. Ленинск-Кузнецкого и его пригорода. Это может быть обусловлено тем, что вблизи г. Ленинск-Кузнецкого располагается около десятка действующих шахт по добыче каменного угля, а также вспомогательные предприятия по его переработке. Кроме того, немалый вклад в уровень загрязнения атмосферного воздуха вносит частный сектор, который на территории г. Ленинск-Кузнецкого, в сравнении с г. Томском, более развит.

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что эпифитные мхи характеризуются накоплением широкого спектра химических элементов, отражающих уровень антропогенного загрязнения территории. Для территории г. Ленинск-Кузнецкий угледобывающая промышленность является основным источником поступления широкого спектра химических элементов в окружающую среду. Для города Томска с несколькими типами производств источник поступления загрязнителей выявить сложнее. Ввиду того, что Лагерный сад находится вблизи автомобильной дороги с большим потоком автотранспорта, его можно принять как основной источник загрязнения в данной рекреационной зоне.

#### Литература

1. Нифонтова М.Г. Использование лишайников и мхов для оперативного определения радиоактивного загрязнения природной среды // Дефектоскопия. - 2005. - № 1. С. 80 - 84.
2. Рыжакова Н.К., Бабешина Л.Г., Рогова Н.С. Изучение аккумуляционной способности сфагновых мхов по отношению к долгоживущим изотопам // Химия растительного сырья. - 2011. - №1. - С. 163-167.

**АНАЛИЗ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ВЕРХНЕ-АЛИИНСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**Н.Н. Веневская**

Научный руководитель доцент кафедры ГГ и ИГ Васютин Л. А.  
**Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия**

Верхне-Алиинское золоторудное месторождение расположено в пределах Мунгинского рудного узла, входящего в состав Балейского рудного района Восточно-Забайкальской металлогенической провинции.

Актуальность работы заключается в следующем: горнодобывающая промышленность, кроме необратимой деградации природных ландшафтов, накопления на территории большого количества отвалов вскрышных и вмещающих пород, хвостохранилищ, является постоянным источником загрязнения поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха и почвенного покрова.

Цель работы: изучение геоэкологических условий Верхне-Алиинского месторождения и обоснование мониторинга подземных вод. В основе исследования анализ материала полученных за время прохождения производственной практики в ЗАО золоторудной компании «Омчак».

Основные задачи: сбор, обобщение и целенаправленный анализ материалов по геоэкологическим условиям; выявление природных и техногенных факторов, оказывающих влияния на состояние окружающей среды в пределах территории месторождения; разработка принципов организации мониторинга подземных вод.

В настоящее время на территории исследования выявлены изменения природных ландшафтов, связанные с преобразованием рельефа местности, вырубкой лесов, нарушением почвенного покрова. На территории отмечаются штольни, устья скважин, траншеи, шурфы и каналы, отвалы горных пород в местах проходки горных выработок. Также изменение профиля р. Алии, связанное с гидротехническим способом отработки россыпного золота и формированием техногенного рельефа, в результате изменения состава воды с гидрокарбонатного кальциевого состава на сульфатный кальциевый. Одним из индикаторов загрязнения окружающей среды являются подземные и поверхностные воды [1, 4].

На территории Верхне-Алиинского месторождения развиты следующие водоносные горизонты и комплексы: четвертичный водоносный криогенно-таликовый горизонт аллювиальных образований ( $alQ_{IV}$ ); локально водоносный элювиально-делювиальный комплекс ( $edQ_{IV}$ ); водоносный комплекс элювиальных отложений коры выветривания ( $eMZ$ ); водоносный верхнеюрский комплекс ( $J_3$ ); водоносный комплекс метаморфических образований ( $C-S$ ); водоносный комплекс интрузивных образований кислого состава ( $\gamma\delta C-\gamma\delta J$ ); водоносный комплекс интрузивных образований щелочного состава ( $\gamma\xi C-\gamma\xi J$ ); водоносный комплекс интрузивных образований основного состава ( $vC-vJ$ ); водоносный комплекс тектонических нарушений и интрузивных контактов. Дренажные воды приурочены к водоносному комплексу интрузивных образований щелочного состава ( $\gamma\xi C-\gamma\xi J$ ) и залегают в интервале 20-160 м.

Известно, что результаты воздействия горного производства на гидросферу следующие [5]:

Уменьшение запасов подземных и поверхностных вод.

Нарушение гидрогеологического и гидрологического режимов.

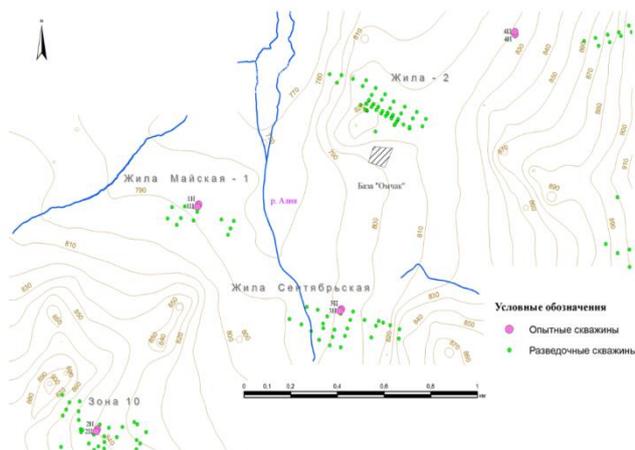
Загрязнение водного бассейна рудничными водами.

Ухудшение качества вод в результате неблагоприятных изменений гидрохимических и биологических режимов поверхностных и подземных вод.

Таким образом, при отсутствии надлежащей очистки рудничных вод, в ходе отработки месторождения можно ожидать ухудшения гидрогеохимической обстановки в пределах района работ. В связи с этим необходимо уделять большое внимание неукоснительному соблюдению технологии в части минимизации воздействия горнорудного производства на окружающую среду. Поэтому необходимо проведение мониторинга подземных и поверхностных вод для всестороннего изучения и прогноза техногенного загрязнения.

Мониторинг должен быть направлен на решение следующих основных задач: оценка естественного гидрохимического состава подземных вод с точки зрения их экологического качества, предупреждение и раннее выявление загрязнения подземных вод, прогноз изменения качества воды в естественных и техногенных условиях, оценка последствий различных работ, связанных с изменением уровня подземных вод, гидрогеологическое обоснование водоохраных мероприятий, осуществление контроля за охраной подземных вод и уровнем их загрязнения [2].

Первоочередным мероприятием при организации мониторинга подземных вод является расширение существующей режимной сети скважин (рис. 1), охватывающей как промышленные объекты и водозаборы, так и участки с ненарушенными гидрогеологическими условиями. Они должны быть размещены с учётом следующих факторов: местоположение источников загрязнения, наиболее реальные направления путей миграции загрязняющих веществ, направление и скорость фильтрации подземных вод, расход подземных вод, гидрогеохимические условия, расположение областей питания и разгрузки подземных вод. Наблюдательными водопунктами могут быть не только скважины, но и родники, шахты, колодцы, другие каптажные сооружения. Также необходимо проводить режимные наблюдения за динамикой и качественным составом поверхностных вод р. Алия и руч. Сосновка.



**Рис. 1 Существующая сеть скважин**

Объекты и наблюдаемые показатели для выполнения мониторинга подземных приведены в таблице.

Для химического состава пробы рекомендуется анализировать по 23 основным показателям (компонентам): органолептические свойства (запах, привкус, цветность, мутность),  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ , Fe (суммарно),  $NH_4^+$ , Cl,  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ , F, жёсткость, окисляемость кремнекислота, свободная углекислота, минерализация, сухой остаток. Радиологические исследования - пробы анализируются по суммарной альфа и бета-активности, объёмной активности радона-222, урана-234 и урана-238. Масс-спектральный анализ воды на микрокомпоненты - анализ проб по 70 элементам (от Li до U). Частота отбора проб на анализ - четырехразовое опробование в период открытой воды: в начале снеготаяния (конец марта - начало апреля), в летнюю межень (июнь) и паводок (июль-август), в осеннюю межень перед прекращением поверхностного стока (октябрь).

Выводы: наиболее эффективным методом обеспечения контроля за состоянием подземных вод является создание и ведение мониторинга подземных вод, представляющего собой систему наблюдений, оценки и прогнозирования изменений состояния подземных вод под воздействием техногенных и природных факторов. Имея данные мониторинга подземных вод можно судить в общем о геоэкологическом состоянии территории месторождения.

**Таблица**

**Объекты наблюдения и наблюдаемые показатели на Верхне-Алинском месторождении**

Объект наблюдения	Пункт наблюдения	Наблюдаемые показатели
Водоносный комплекс интрузивных образований щелочного состава ( $\gamma\xi C-\gamma\xi J$ )	Наблюдательные скважины	Уровень подземных вод, химический состав, физические свойства, температура подземных вод, величина отбора и дебит
Первые от поверхности водоносные горизонты: четвертичный водоносный криогенно-таликовый горизонт аллювиальных образований ( $alQ_{IV}$ );	Наблюдательные скважины	Уровень подземных вод, химический состав, физические свойства и температура подземных вод
Р. Алия и руч. Сосновка	Гидрометрические створы	Расход и уровень поверхностных вод их химический состав, физические свойства и температура
Техническое состояние наблюдательных скважин	Наблюдательные скважины	Состояние фильтров устьев и обсадных труб, мутность откачиваемой воды
Сточные воды	Хозяйственно-бытовой, дождевой и рудничный водоотлив	Химический состав и физические свойства, расход
Родники	Родники	Химический состав и физические свойства, дебит

#### Литература

1. Белоусова А.П. Экологическая гидрогеология: учебник для вузов / А.П. Белоусова [и др]. - Москва: ИКЦ «Академкнига», 2007. - 397 с.
2. Васютин Л.А. Геохимия пресных подземных вод: учебное пособие. / Л.А. Васютин. - Чита: ЗабГУ, 2016. - 171с.

3. Гольдберг В.М., Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. / В.М. Гольдберг, С Газда. - Москва: Недр, 1984. - 262 с.
4. Гольдберг В.М., Взаимосвязь загрязнения подземных вод и природной средой. / В.М Гольдберг. - Ленинград: Гидрометеоиздат, 1987. - 248 с.
5. Певзнер М.Е. Горная экология: Учебное пособие для вузов / М.Е. Певзнер. - Москва: МГГУ, 2003. - 395 с.

## ОЧИСТКА ВОДЫ ОТ ОТХОДОВ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ

Ю.С. Веселова

Научный руководитель доцент С.В. Азарова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

При нефтедобыче образуются большие количества шламонакопителей с буровыми растворами, которые загрязнены нефтепродуктами и актуальной задачей является удаление нефтепродуктов из воды после отработки буровых растворов.

Известен способ удаления нефтепродуктов из воды с использованием препарата, включающего торфяной наполнитель (нестерильные верховой сфагновый мох или верховой слаборазложившийся сфагновый торф), нефтеразрушающие микроорганизмы (*Aspergillus niger* S-1), сахарозу и воду (Патент РФ № 2280013). Результаты испытаний таковы, что препарат, включающий нестерильный мох, снизил концентрацию нефтепродуктов до 22-23% от исходного, а препарат, включающий стерильный мох, - до 14% (начальная концентрация нефти 0,4 мл/100 мл) [2].

Для собственного эксперимента были взяты государственный стандартный образец нефтепродуктов в гексане (ГСО 7950-2001) и род высших аэробных плесневых грибов - Аспергилл (*Aspergillus niger*), известный своей сорбционной способностью. В дополнении к основному сорбенту для эксперимента использовались нанотрубки оксида железа (III) ( $Fe_2O_3$ ). Предпосылкой для использования порошка  $Fe_2O_3$  служило предположение о том, что нанотрубки оксида железа (III) увеличивают сорбционную способность плесневых грибов Аспергилл.

Для культивирования микроорганизмов использовали питательный бульон сухой (ГРМ-бульон, состав: панкреатический гидролизат рыбной муки 8,0 г/л, пептон ферментативный 8,0 г/л, натрия хлорид 4,0 г/л) и сахар в пропорции 1:2.

Способ приготовления: навеску ГРМ-бульона (10г) и сахара (20г) растворяют в 500 мл дистиллированной воде, кипятят в химическом стакане в течение 3 минут до полного растворения веществ, после бульон разливают в предварительно простерилизованные в печи (при 170°C) плоскостонные круглые колбы объемом 250 мл.

Посев организмов в ГРМ-бульон проводился с помощью пинцета/петли при соблюдении условий стерильности (обработанные над пламенем спиртовки пинцет/петля, марлевые пробки и горлышки колб). Культивирование микроорганизмов должно протекать в условиях полной непроницаемости света. Для этого колбы были обернуты в несколько слоев бумаги и зафиксированы при помощи денежной резинки. Затем образцы помещали на лабораторный шейкер и культивировали при постоянном перемешивании (200 об/мин) в течение 7 суток.

По истечению 7 дней микроорганизмы отфильтровали под вакуумом и промывали дистиллированной водой. Отфильтрованный бульон переливали в бутылку для дальнейшей стерилизации (не допускается выливание отработанного бульона в раковину). В результате культивирования получилось 18 грамм микроорганизмов. Для дальнейшего эксперимента микроорганизмы разделили на 3 части: на 1 часть микроорганизмов осаждали нанотрубки оксида железа (III), две оставшиеся части оставили без изменений.

Осаждение нанотрубок оксида железа (III) на микроорганизмы происходило следующим образом. В подготовленную колбу налили 100 мл дистиллированной воды и поместили навеску нанотрубок оксида железа (III) (в пропорции 1 грамм микроорганизмов: 1 мг нанотрубок оксида железа (III)). Для предотвращения агломерации наночастиц, содержимое колбы диспергировали в ультразвуковой ванне 1-2 минуты. Далее в колбу поместили навеску микроорганизмов на одни сутки при постоянном перемешивании на шейкере (150 об/мин). Через сутки отфильтровали.

Анализ воды проводили на примере воды из шламонакопителя эксплуатационной скважины 02.02.2017г. Воду предварительно отфильтровывали от частиц породы под вакуумом.

Для эксперимента были взяты 4 колбы. Первая колба представляет собой холостую пробу (то есть отражает исходное состояние загрязненной воды). Колба №2 предназначена для очистки воды от нефтепродуктов с помощью микроорганизмов с осажденными на них нанотрубками оксида железа (III); колбы №3 и №4 предназначены для очистки воды от нефтепродуктов с помощью микроорганизмов. Готовые колбы поместили в лабораторный шейкер (150 об/мин) на трое суток (колба №4 на 7 суток).

Экстракция нефтепродуктов из отфильтрованной воды была проведена при помощи жидкостно-жидкостной экстракции гексаном согласно ПНД Ф [1]. Для проведения данного метода была использована делительная воронка, промытая в гексане (не допускается присутствие смазывающих веществ в кране воронки) объемом 250 мл. Далее в делительную воронку вылили отфильтрованную воду из одной колбы (колбу промыли гексаном (10мл) и вылили в воронку). Добавили еще 10 мл гексана, примерно 4 грамма соли NaCl (для улучшения растворимости углеводородов в воде) и 20 мл гидроксида натрия (5%) для удаления полярных соединений. Пробу интенсивно перемешивали в течение 1-3 мин, выпуская воздух через нижний конус воронки. Дали отстояться до появления прозрачного верхнего слоя. Слили отделившуюся воду через нижний конус воронки. Прозрачный верхний слой вылили в отдельный чистый стеклянный бюкс. Повторили действия для оставшихся колб.

## СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.

Получившиеся пробы анализировались в аппарате «ФЛЮОРАТ®-02-ПАНОРАМА». Настройка прибора: градуировку анализатора осуществляют путем измерения сигналов флуоресценции чистого гексана и раствора нефтепродуктов в гексане (ГСО 7950-2001). Результаты измерений приведены в таблице (Таблица 1).

Таблица 1

### Результаты измерений в анализаторе «ФЛЮОРАТ®-02-ПАНОРАМА»

	Экстракт из холостой пробы, мг/дм <sup>3</sup>	Экстракт из пробы, очищенной с помощью микроорганизмов (трое суток), мг/дм <sup>3</sup>	Экстракт из пробы, очищенной с помощью микроорганизмов (семь суток), мг/дм <sup>3</sup>	Экстракт из пробы, очищенной с помощью микроорганизмов и осажденных на них нанотрубок оксида железа (III) (трое суток), мг/дм <sup>3</sup>
Значение 1	79,45	12,88	74,86	19,57
Значение 2	80,23	12,88	74,28	19,59
Значение 3	80,61	13,18	74,35	19,40
Значение 4	80,25	12,87	74,10	19,39
Значение 5	79,98	12,82	74,38	19,40
Среднее значение	80,104	12,926	74,39	19,47

Проведя математические действия с результатами анализатора, получили концентрацию нефтепродуктов в 1 литре воды (результаты анализатора показали содержания нефтепродуктов в экстракте), а также степень очистки воды. Результаты вычислений приведены в таблице (Таблица 2).

Таблица 2

### Концентрация нефтепродуктов в 1 литре загрязненной воды

	Холостая проба загрязненной воды	Проба воды, очищенная микроорганизмами (трое суток)	Проба воды, очищенная микроорганизмами (семь суток)	Проба воды, очищенная микроорганизмами с осажденными на них нанотрубками оксидами железа (III)
Содержание в экстракте, мг/дм <sup>3</sup>	80,104	12,926	74,39	19,47
Содержание в загрязненной воде, мг/дм <sup>3</sup>	16,02	3,88	15,82	5,841
Степень очистки, %		75,78	1,25	63,54

Подводя итог данного исследования можно сделать вывод, что эффективность микроорганизма *Aspergillus niger*, как сорбента, достаточно высокая, однако она снижается со временем. Это может быть связано с десорбцией нефтепродуктов из мицелия гриба. Таким образом эффективное время сорбции не превышает 3 суток. Стоит отметить, что при создании гибридного сорбента на основе данного микроорганизма с оксидом железа (III) разницы степени очистки по сравнению с чистым микроорганизмом практически нет (в пределах погрешности). Поэтому создание гибридного сорбента не имеет смысла.

Также следует подчеркнуть, что данный метод позволяет проводить сорбцию по всей толще воды, в отличие от приведенного патента (Патент РФ № 2280013).

Дальнейшее исследования будут направлены на установление оптимальной массы микроорганизмов и оптимального времени очистки воды от нефтепродуктов.

### Литература

1. ПНД Ф 14.1:2.4.128-98. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых, сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02». - СПб., 1998 (Изд. 2012 г.).
2. Препарат для очистки почвы и водных поверхностей от нефти и нефтепродуктов: пат. 2280013 Рос. Федерация N 2004123329/13; заявл. 28.07.2004; опубл. 20.07.2006, Бюл. N 20. 6 с.

**ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ СНЕЖНОГО ПОКРОВА КАК ИНДИКАТОРА СОСТОЯНИЯ  
ТЕРРИТОРИЙ В ОКРЕСТНОСТЯХ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
(НА ПРИМЕРЕ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ)**

**Д.А. Винюков**

Научный руководитель доцент А.В. Таловская

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Добыча ресурсов, их переработка и использование, в целях удовлетворения различных нужд человека, непосредственно приводит к негативному влиянию на окружающую среду. Одним из таких случаев является аэротехногенное воздействие при добыче и сжигании твердого ископаемого топлива - угля. Во время всего процесса эксплуатации данного вида топлива (от добычи, до сжигания на теплоэлектростанциях) происходят значительные выбросы угольной пыли, пыли от взрывов и частицы взрывчатых смесей, пепла, несгоревшие частицы, оказывающие наибольшее влияние на показатели загрязнения атмосферы [7]. Для исследования данного фактора можно изучать снежный покров, который обладает рядом свойств, делающих его удобным для выявления уровня загрязнения атмосферного воздуха.

Наиболее характерны для данного типа исследований регионы с развитой угольной промышленностью, как Кузбасс (Кемеровская область), где сосредоточены крупные угольные месторождения в стране. С середины двадцатых годов прошлого века данный регион становится энергетической базой страны. На территории этой области ежегодно, начиная со второй половины девятнадцатого века, добываются несколько тысяч тонн угля, причем показатели постоянно увеличиваются. Только за период 2016 года было добыто на всем регионе порядка двухсот тридцати миллионов тонн каменного и бурого угля. Сегодня на долю Кузбасса приходится примерно 60% добычи каменного угля в РФ, около 80% от добычи всех коксующихся углей и 100% особо ценных коксующихся углей [5]. Основные крупные угольные месторождения находятся в непосредственной близости от населенных пунктов, в которых находится скопление теплоэлектростанций и котельных, так же как и угледобывающие предприятия, производящие определенное количество выбросов в процессе своей деятельности. В углях Кузнецкого бассейна содержатся в качестве примесей редкоземельные и радиоактивные элементы (Ce, Cs, U, Nd, La и др.), а также другие макро и микроэлементы (Hg, As, Se, Pb, Si, Ca, P, S, Mg, Al и др.) [1].

Изучение снежного покрова как индикатора состояния атмосферного воздуха в районах расположения угледобывающих месторождений проводилось сотрудниками Национального исследовательского Томского политехнического университета в течение двадцати лет. Изучение снежного покрова в 1990-х годах на территории г. Междуреченска, вблизи которого расположены угольные карьеры и шахты, показало, что содержание Zn, Pb, Cr, Co, Ni, Cu, Mo, Ba, Sr, V, Hg, U в пробах твердого осадка снега превышает в десятки раз фоновые показатели [11]. Также была выявлена пылевая нагрузка на территорию, составляющая от 72 мг/м<sup>2</sup>\*сут (Старое Междуречье) до 1545 мг/м<sup>2</sup>\*сут (район угледобычи), среднее значение составляет 363 мг/м<sup>2</sup>\*сут [12]. В 2015 и 2016 г. был проведен повторно отбор проб снегового покрова на территории г. Междуреченска и в зоне влияния близ расположенных угольных объектов. По итогам этих исследований участки с максимальной пылевой нагрузкой - угольный разрез (459 мг/м<sup>2</sup>\*сут.) и угольная шахта (422 мг/м<sup>2</sup>\*сут.), средние значения пылевого загрязнения - в диапазоне 30-260 мг/м<sup>2</sup>\*сут. При сравнении этих данных мы видим, что максимальные показатели 2015-2016 года ниже показателей 1990-х примерно в три раза, а верхняя граница диапазона средних значений ниже на треть. Изучение вещественного состава твердой фазы снега показал, что в основном проб содержат неминеральные частицы угольной пыли, составляющие примерно 35-55% от всей массы проб, и недожженного угля, составляющие 15-25% от массы проб, взятых в районах, находящихся в отдалении от котельных. В то время, как вблизи котельных те же самые показатели составляют 55-60% и 20-25% соответственно. Основным компонентом загрязнения являются алюмосиликатные сферулы. Так же были отобраны пробы непосредственно на территории угольного разреза, где значения пылевой нагрузки соответствовали среднему уровню загрязнения и умеренно опасному уровню заболеваемости. Кроме того, пылевые выбросы на этих участках преимущественно содержали угольную пыль (80-90%) [8, 10]. Изучение снежного покрова в г. Юрге (Кемеровская область) показали, что пылевая нагрузка в г. Юрга в 2 раза ниже, чем в г. Междуреченске [9].

Также стоит отметить исследования снегового покрова в районе Караканского угольного кластера Кузбасса [2-4]. По данным изучения твердого осадка снега было показано, что пробы содержат в высоких концентрациях легкие и тяжелые редкоземельные элементы (La, Ce, Nd, Y, Gd, Dy, Yb). Обнаруженные в процессе исследования частички твердого осадка снега имеют различную размерность, от наноразмеров до десятков микрон, и представлены в виде различных соединений, как например фосфаты (монацит, ксенотим) и силикаты (ортит). Кроме того, с помощью гранулометрического анализа, все частички в пробах были разделены по классам, согласно размерности, был определен самый неблагоприятный район для проживания - между двумя технологическими дорогами, где были обнаружены частички с размером от 300 нм до 2 мкм. В процессе исследования была выявлена закономерность уменьшения количества опасных микроразмерных частиц по мере удаления от места угледобывающих работ. Максимальное количество выбросов объясняется самой технологией добычи и погрузки, а также несовершенством систем пылеподавления. Для сравнения можно отметить и другие работы. Проводились исследования на побережье Японского моря, в районе бухты Врангеля, показавшие, что в составе взвешей проб оказались алюмосиликаты, силикаты и угольная пыль, в составе 7-53% в зависимости от приближения к угледобывающему предприятию. Из чего можно сделать вывод, что угледобывающие предприятия оказывают воздействие на гидросферу, совместно с атмосферой, ухудшая состояние экосистемы акватории [6].

Вышеприведенный обзор литературы показывает, что угледобывающие предприятия оказывают воздействие на окружающую среду в процессе своей работы, приводя к экологическим проблемам и проблемам

со здоровьем населения. Из чего можно сделать вывод, что для контроля загрязнения окружающей среды выбросами от угледобывающих предприятий необходимо своевременно отбирать пробы снегового покрова и анализировать их вещественный состав, размерность и другие параметры в лабораторных условиях, для принятия своевременных природоохранных мероприятий.

#### Литература

1. Арбузов С.И., Ершов В.В., Поцелуев А.А., Рихванов Л.П. Редкие элементы в углях Кузнецкого бассейна// Изд-во Кемерово - 2000. - 248 с., 129 ил.
2. Голохваст К.С., Куприянов А.Н., Манаков Ю.А., Никифоров П.А., Чайка В.В., Гульков А.Н. Атмосферные взвеси Караканского угольного разреза Кузбасса: гранулометрический анализ//Экология человека. - 2014. №10. - С. 19-24.
3. Голохваст К.С., Куприянов А.Н., Манаков Ю.А., Чекрыжов И.Ю., Поселужная А.В., Семенихин В.А. Редкоземельные минералы в атмосферных взвесах Караканского угольного кластера Кузбасса по данным загрязнения снежного покрова//Бюллетень физиологии и патологии дыхания. - 2014.- № 52. - С. 91-96.
4. Голохваст К.С., Агошков А.И., Куприянов А.Н., Манаков Ю.А. Экологическая характеристика атмосферных взвесей угольных объектов: от места добычи до сжигания//Горный журнал. - 2017.- № 4. - С. 87-90.
5. Колесникова Е.Г., Чеменова Т.Д. Оценка влияния результатов экономической деятельности на состояние окружающей среды региона (на примере Кемеровской области)//Вестник КемГУ. - 2013. - №2-1(54). - С. 277-283.
6. Лебедев А.А., Тихонова О.А., Блиновская Я.Ю., Чайка В.В., Кирьянов А.В., Христофорова Н.К., Пикула К.С., Шевченко В.П., Голохваст К.С. Влияние угольного терминала на состав морских взвесей залива Находка (Японское море)//Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. - 2017. - № 48. - С. 195-201.
7. Майер А.В. Комплексная оценка воздействия на окружающую среду//Научный вестник Московского государственного горного университета. - 2011. - №12. - С.34-45.
8. Николаенко А.Н. Экологические риски в районах размещения угольных предприятий// Проблемы геологии и освоения недр: труды XX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания Томского политехнического университета, Томск, 4-8 апреля 2016 г. Т. 2. - Томск, 2016. - 2016. - Т. 2. - С. 203-204.
9. Никулина Е.А. Пылевая нагрузка на территорию г. Юрга по данным изучения снежного покрова (Кемеровская область)// Проблемы геологии и освоения недр: труды XX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания Томского политехнического университета, Томск, 4-8 апреля 2016 г. Т. 2.—Томск, 2016. - 2016. - Т. 2. - С. 203-204.
10. Осипова Н.А., Быков А.А., Таловская А.В., Николаенко А.Н., Язиков Е.Г., Ларин С.А. Влияние угледобывающих предприятий на загрязнение снегового покрова прилегающих урбанизированных территорий (на примере г.Междуреченск) // Извятия Томского политехнического университета. Ижиниринг георесурсов. - 2017. - №12. - С.36-46
11. Язиков Е.Г., Рихванов Л.П., Шатилов А.Ю. Проект эколога - геохимических исследований на территории г. Междуреченска Кемеровской области. Проект. - Томск: Изд-во ТПУ, 1990. - 300 с.
12. Язиков Е.Г. Экогеохимия урбанизированных территорий юга Западной Сибири: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук: спец. 25.00.36/ Е.Г. Язиков; Томский политехнический университет. - Томск, 2006. - 47 с.

### **ПРИМЕНЕНИЕ СЕЙСМОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА В ВЫЯВЛЕНИИ УЧАСТКОВ ОПАСНОСТИ ОСАДОЧНО-ПРОСАДОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ В ГРУНТОВОЙ ТОЛЩЕ ОСНОВАНИЙ ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ Г.СЫКТЫВКАРА**

**А.Н. Вихоть**

***Институт геологии имени академика Н.П. Юшкина Коми научного центра Уральского  
отделения Российской академии наук, г.Сыктывкар, Россия***

В настоящее время вследствие увеличения площади урбанизированных территорий растет техногенная нагрузка на окружающую среду, в частности геологическую. А именно происходит увеличение амплитуд техногенных/искусственно вызванных колебаний, в связи с чем геологическая среда, являясь основанием фундаментов зданий и иных инженерных сооружений, перераспределяет поступающую избыточную энергию виброейсм на активизацию и поддержание экзогенных геологических процессов, таких как осадки/просадки грунтов и др. Источники техногенных микросейсм: движущийся ж/д- и автотранспорт, промышленные предприятия и т.д. - формируют вибрационные поля городов. Сила подобных вибраций аналогична землетрясениям 3-7 баллов на расстоянии до 25-40 м от источника колебаний [1]. Несмотря на создавшуюся ситуацию в настоящее время не существует единого нормативного документа или справочного пособия о предельных значениях и их соотношениях для безопасного уровня вибрационных полей урбанизированных территорий с поправками на региональные геологические условия. Отечественные и национальные публикации сообщают лишь о фактах негативного воздействия виброейсмических колебаний на геологическую среду [2, 5, 7, 8]. А.Д. Жигалиным и Г.П. Локшиным приведены последствия вибрационного воздействия на грунты и инженерные сооружения по соотношению среднеквадратичных значений виброскорости и виброускорения в целом по Восточно-Европейской платформе [4]. В данных исследованиях не учтены климатические и геологические особенности регионов, которые находятся в условиях вечной мерзлоты или на территориях недавнего отступления оледенения, где грунты еще не претерпели диагенетические изменения. Г.Сыктывкар

относится к районам с «незрелыми» грунтами. Этот фактор достаточно заметно снижает несущую способность таких грунтов при циклических динамических нагрузках [6].

Для района исследований фоновые значения амплитуд смещения грунта для горизонтальных компонент составляют в среднем  $2 \cdot 10^{-7}$  м, для вертикальной компоненты -  $10^{-7}$  м. В системе наблюдений за вибродинамической нагрузкой на грунты-основания является достаточным регистрация амплитуды смещения частиц и/или ее производных - амплитуд виброскорости или виброускорения. Колебания регистрировались в направлении трех взаимно перпендикулярных осей x, y (имели горизонтальные направления NS и EW соответственно) и z (была направлена вертикально вниз). Обработка вибросейсмических сигналов осуществлялась с помощью программы ZETLab SEISMO. При вибрациях со скоростью перемещения  $0,4 - 1,2 \cdot 10^{-3}$  м/с происходят сверхнормативные осадки фундаментов, возникают повреждения в старых зданиях, при значениях  $5 - 8 \cdot 10^{-3}$  м/с и выше возможны серьезные повреждения зданий с бетонными перекрытиями. Стоит принять во внимание нюанс, что при значениях скорости колебаний от  $0,4 \cdot 10^{-3}$  м/с и низких показателях коэффициента затухания колебаний в грунте (что свидетельствует о высоких значениях упругих сил восстановления первоначальных прочностных параметров горной породы) тот или иной участок явления осадки/просадки не подвержен. Более подробно алгоритм выделения зон грунтов как наиболее опасных, влияющих на скорость износа жилых зданий приведен А.Н. Вихоть и В.А. Лютюевым [3]. По ISO 4866:1990 (он же ГОСТ Р52892-2007) для зданий второй категории предельное значение виброскорости на фундаменте составляет 5 мм/с. При ускорениях  $\geq 0,003g$  здания и инженерные сооружения принято относить к группе эксплуатирующихся в условиях повышенных вибрационных нагрузок. Основываясь на данных суждениях, было установлено, что не менее 70% территории плотной городской застройки Сыктывкара находится в условиях сверхнормативной вибронгрузки (рис. А). Также были выявлены участки с максимальными среднеквадратичными значениями амплитуды смещения и коэффициентами затухания колебаний как наиболее подверженные явлениям осадки/просадки в грунтах оснований зданий (рис. S).

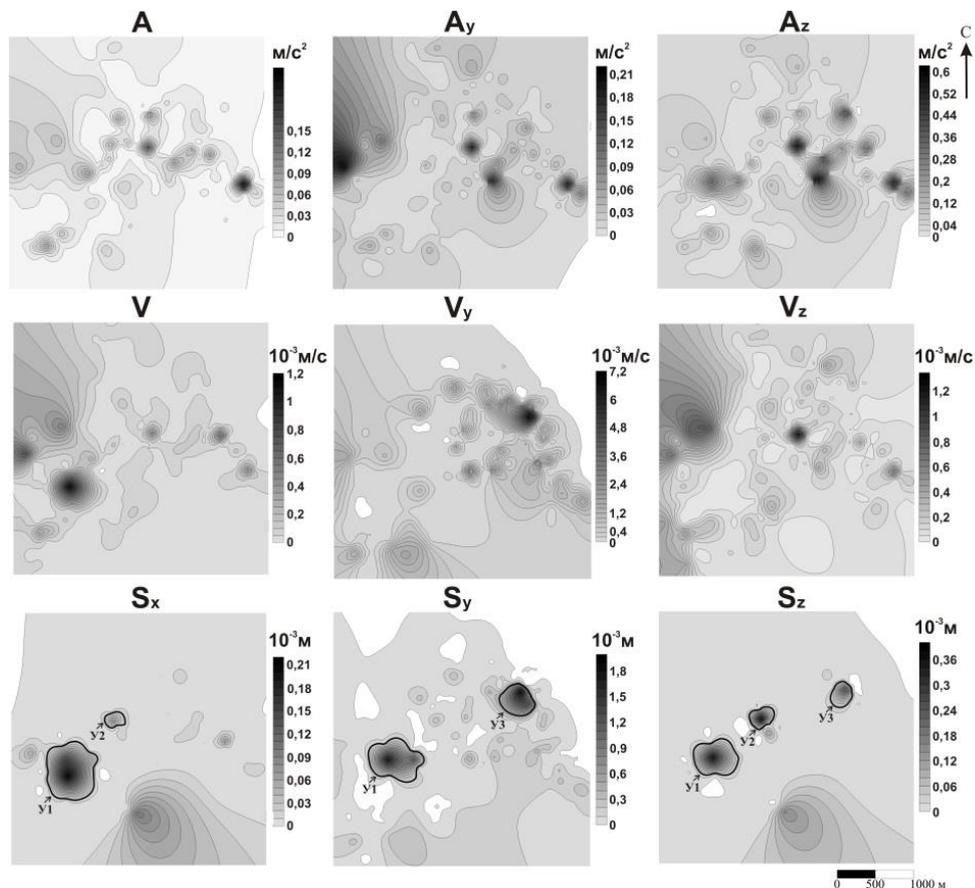


Рис.1 Схема параметров пиковых значений вибрационного поля методом изолиний, г. Сыктывкар:  
А - виброускорения, V - виброскорости, S - вибросмещения

- Сопоставив выделенные на рисунке участки Y1, Y2 и Y3 с геологическими, гидрогеологическими и инженерно-геологическими данными района исследований, делаем заключение, что:

- участки Y1 и Y2 подстилаются ледниковыми отложениями печорского горизонта, представленных супесями и суглинками. Мощность достигает 20 м. Деформации при динамических нагрузках имеют упругий или пластический характер. Осложняющим фактором динамической устойчивости грунтов являются широко развитые прослойки обводненных озерно-ледниковых песчаных отложений;

- участок У3 выделен в зоне геолого-генетического комплекса аллювиальных отложений II и III надпойменных террас р. Сысолы. Осадки представлены увлажненными песками и супесями. Мощность до 27 м. Угол трения/откоса в сухих песках составляет в среднем 47°, в водонасыщенных - 29.

Проведенные исследования демонстрируют возможность применения метода сейсмометрии как дополнительного или уточняющего в выделении и картировании зон грунтов в геологической среде урбанизированных территорий, в которых могут происходить и/или происходят процессы осадки/просадки фундаментов зданий и нарушения целостности строительных конструкций вследствие воздействия вибрационной нагрузки на эти грунты. Алгоритм выполненных работ может быть использован:

- При проведении геоэкологического мониторинга; при проектировании и промышленном и гражданском строительстве с целью сохранения целостности зданий и инженерных конструкций, минимизации рисков по осадке/просадке грунтов-оснований и увеличения срока эксплуатации строительных сооружений.

#### Литература

1. Башилов И.П., Манукин А.Б., Попов Е.И. Комплекс аппаратуры для изучения деформационных процессов в геофизической среде и инженерных сооружениях // Доклад Российской академии наук. - 1995. - Т. 34. - №4. - С. 539 - 541.
2. Борисов Е.К. Экспериментальная динамика сооружений. Мониторинг транспортной вибрации. - Петропавловск-Камчатский: Камчатский государственный технический университет, 2007. - 128 с.
3. Вихоть А.Н., Лютоев В.А. Использование геофизических методов для обнаружения ослабленных зон Сыктывкара // Вестник Института геологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. - Сыктывкар, 2015. - №4. - С. 14 - 18.
4. Жигалин А.Д., Локшин Г.П. Формирование вибрационного поля в геологической среде // Инженерная геология. - Москва, 1987. - №3. - С. 86 - 92.
5. Лютоев В.А., Лютоева Н.В. Смешанные силы, влияющие на активность оползневых процессов вдоль железнодорожных склонов // Успехи современного естествознания. - Пенза, 2016. - №4. - С. 145 - 150.
6. Shushkova (Vikhot) A, Lutoev V. Ancient glaciation influence on bearing capacity of dispersive soils in the European North of Russia (The Komi Republic) // 4<sup>th</sup> International Students Geological Conference: conference proceedings. - Brno, 2013. - P. 133.
7. Xia H., Zhang N., Cao Y.M. Experimental study of train-induced vibrations of environments and buildings // Journal of Sound and Vibration. - Holland, 2005. - P.1017-1029.
8. Zapfe J.A. Ground-Borne Noise and Vibration in Buildings Caused by Rail Transit: report. - Washington, 2009. - 200 p.

### **ГЕОХИМИЯ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ОКРЕСТНОСТЯХ ЦЕМЕНТНОГО ЗАВОДА (НА ПРИМЕРЕ Г. ТОПКИ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ)**

**Д.А. Володина**

Научный руководитель доцент А.В. Таловская

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

**Введение.** В настоящее время происходит активное развитие различных отраслей промышленности, которые оказывают влияние на окружающую среду. Каждая отрасль характеризуется определенной геохимической ассоциацией элементов, благодаря которой можно выявить влияние определенного техногенного источника. В г. Топки расположен цементный завод, который является источником загрязнения этого города. В данной работе для оценки техногенного воздействия на окружающую среду был выбран снежный покров, который является хорошей депонирующей средой, способной накапливать и сохранять в себе загрязняющие вещества. Из-за продолжительного залегания снежный покров используется многими исследователями [1, 4] для оценки техногенного воздействия на окружающую среду.

Цель данной работы - изучение геохимических особенностей твердой фазы снежного покрова в окрестностях цементного завода для выявления влияния предприятия и используемых на нем в процессе производства продукции сырьевых компонентов, добавок на состав твердой фазы снежного покрова.

**Методика исследования.** Отбор проб снежного покрова в г. Топки и в окрестностях цементного завода был осуществлен в конце февраля 2016 года. Точки отбора проб снега были расположены по векторной системе с учетом главенствующего направления ветра (юго-западное) и в жилой части города, находящейся в 5 км от завода. Пробы были отобраны из шурфа на всю мощность снежного покрова, вес каждой пробы составлял 18-20 кг. Общее количество отобранных с данной территории проб составило 15, в фоновом районе было отобрано 10 проб. В качестве фоновой территории была выбрана деревня Каип, расположенная в 53 км от города Топки. Работы по отбору и подготовке снежных проб выполнены согласно методическим рекомендациям [3, 6, 10]. Таяние снега осуществлялось при комнатной температуре, полученная снеготалая вода фильтровалась через бумажный фильтр типа «синяя лента». Твердый осадок снега, полученный после фильтрования, высушивали и просеивали через сито с размером ячеек не менее 1 мм. Далее пробы твердой фазы снежного покрова были изучены методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой в аккредитованной лаборатории ООО "ХАЦ" Плазма" в г.Томск.

Также были рассчитаны показатели для твердой фазы снежного покрова. Ранее был произведен расчет пылевой нагрузки [2]. Расчет коэффициента концентрации производили по формуле:  $K_c = \frac{C}{C_{ф}}$ , где C - содержание

элемента в исследуемом объекте, мг/кг;  $C_{\phi}$  - фоновое содержание элемента, мг/кг [5]. По определенным значениям коэффициентов концентрации были построены геохимические ряды ассоциаций химических элементов, которые позволяют определить источник загрязнения окружающей среды. Расчет суммарного показателя загрязнения производится по формуле:  $Z_c = \sum KK - (n - 1)$ , где n - число элементов, принятых в расчет при  $KK > 1$ . Степень загрязнения снежного покрова исследуемой территории оценивается по градации для суммарного показателя загрязнения: низкая (менее 32), средняя (64-128), высокая (128-256), очень высокая (более 256) [5]. Расчет общей нагрузки, создаваемой каждым из химических элементов из атмосферы на снежный покров, произведен по формуле:  $P_{\text{общ}} = C * P_n$ , где C - концентрация химического элемента, мг/кг;  $P_n$  - пылевая нагрузка, мг/м<sup>2</sup>·сут.

Коэффициент относительного увеличения общей нагрузки рассчитывается по формуле:  $K_p = \frac{P_{\text{общ}}}{P_{\phi}}$ ,  $P_{\phi}$  - фоновая

нагрузка исследуемого элемента, рассчитываемая по формуле:  $P_{\phi} = C_{\phi} \cdot P_{\text{нф}}$ , где  $C_{\phi}$  - фоновое содержание исследуемого элемента;  $P_{\text{нф}}$  - фоновая пылевая нагрузка, мг/(м<sup>2</sup> · сут.). Расчет суммарного показателя нагрузки производится по формуле:  $Z_p = \sum K_p - (n - 1)$ , где n - число элементов, принятых в расчет при  $K_p > 1$ . Степень загрязнения снежного покрова металлами оценивается по градации для суммарного показателя нагрузки: низкая (менее 1000), средняя (1000 - 5000), высокая (5000 - 10000), очень высокая (более 10000) [5].

**Результаты и их обсуждение.**

Результаты построения геохимических рядов ассоциаций химических элементов по значениям коэффициентов концентрации представлены в таблице. Суммарный показатель загрязнения для всех исследуемых проб характеризуется низкой степенью загрязнения, кроме двух проб, отобранных на юго-востоке.

*Таблица*

*Геохимические ряды ассоциаций химических элементов и суммарный показатель загрязнения исследуемых проб*

Расстояние от труб завода, км (направление от завода)	Геохимический ряд	Суммарный показатель загрязнения, степень загрязнения
1,9 км (юго-восток)	Ru <sub>7,7</sub> -Tl <sub>6,7</sub> -Cs <sub>3,0</sub> -Cd <sub>2,6</sub> -V <sub>1,5</sub> -Mn <sub>1,4</sub> -Bi <sub>1,3</sub> -Fe <sub>1,3</sub> -Rb <sub>1,2</sub> -As <sub>1,2</sub> -Ba <sub>1,2</sub> -Ag <sub>1,2</sub> -Cu <sub>1,0</sub> -Sm <sub>1,0</sub> -Se <sub>1,0</sub> -Te <sub>0,9</sub> -Gd <sub>0,9</sub> -Li <sub>0,9</sub> -Ta <sub>0,9</sub> -Y <sub>0,8</sub> -Th <sub>0,8</sub> -Mg <sub>0,8</sub>	18, низкая
0,6 км (юго-восток)	Se <sub>2,5</sub> -V <sub>1,7</sub> -As <sub>1,5</sub> -Mn <sub>1,1</sub> -Tl <sub>1,0</sub> -Ru <sub>1,0</sub> -Sb <sub>1,0</sub> -Te <sub>1,0</sub> -Ag <sub>1,0</sub> -Mo <sub>0,9</sub> -Cd <sub>0,9</sub> -Fe <sub>0,9</sub> -Cu <sub>0,8</sub> -Cs <sub>0,8</sub> -Rb <sub>0,8</sub> -Mg <sub>0,7</sub> -Ta <sub>0,7</sub> -Lu <sub>0,7</sub> -Tb <sub>0,7</sub> -Sr <sub>0,7</sub> -Ho <sub>0,6</sub> -Sm <sub>0,6</sub> -Gd <sub>0,6</sub>	4, низкая
2,6 км (северо-запад)	Ru <sub>3,2</sub> -As <sub>1,8</sub> -V <sub>1,6</sub> -Se <sub>1,0</sub> -Sb <sub>1,0</sub> -Te <sub>1,0</sub> -Rb <sub>1,0</sub> -Sr <sub>0,9</sub> -Li <sub>0,9</sub> -Cd <sub>0,9</sub> -Ge <sub>0,8</sub> -In <sub>0,8</sub> -Mn <sub>0,7</sub> -Cs <sub>0,7</sub> -Ag <sub>0,6</sub> -Mo <sub>0,5</sub> -Mg <sub>0,5</sub> -Tl <sub>0,5</sub> -Fe <sub>0,5</sub> -Cr <sub>0,5</sub> -Cu <sub>0,5</sub> -Sm <sub>0,5</sub> -Co <sub>0,4</sub>	5, низкая
1,3 км (северо-запад)	Se <sub>4,3</sub> -Tl <sub>3,2</sub> -Ru <sub>2,0</sub> -Cd <sub>1,7</sub> -Cs <sub>1,5</sub> -As <sub>1,4</sub> -V <sub>1,2</sub> -Mn <sub>1,1</sub> -Sb <sub>1,0</sub> -Te <sub>1,0</sub> -Ge <sub>0,9</sub> -Lu <sub>0,8</sub> -Sr <sub>0,8</sub> -Fe <sub>0,8</sub> -Bi <sub>0,8</sub> -Cu <sub>0,7</sub> -Ag <sub>0,7</sub> -Mg <sub>0,7</sub> -Rb <sub>0,7</sub> -Y <sub>0,7</sub> -Tm <sub>0,6</sub> -Sm <sub>0,6</sub> -Co <sub>0,6</sub>	7, низкая
2 км (юго-восток)	Se <sub>9,9</sub> -Ru <sub>4,3</sub> -V <sub>3,8</sub> -As <sub>3,3</sub> -Sc <sub>2,7</sub> -Ge <sub>2,3</sub> -Li <sub>1,5</sub> -Mn <sub>1,4</sub> -Rb <sub>1,3</sub> -Fe <sub>1,3</sub> -Sr <sub>1,1</sub> -Te <sub>1,0</sub> -Mg <sub>1,0</sub> -Ag <sub>1,0</sub> -Cr <sub>1,0</sub> -Cu <sub>0,9</sub> -Y <sub>0,8</sub> -Co <sub>0,8</sub> -Sm <sub>0,8</sub> -Tm <sub>0,8</sub> -Lu <sub>0,8</sub> -Mo <sub>0,7</sub>	22, низкая
1,2 км (юго-восток)	Se <sub>8,7</sub> -V <sub>2,8</sub> -As <sub>2,5</sub> -Tl <sub>2,4</sub> -Ru <sub>2,2</sub> -Mn <sub>1,3</sub> -Fe <sub>1,3</sub> -Ge <sub>1,2</sub> -Sm <sub>1,1</sub> -Cd <sub>1,0</sub> -Sb <sub>1,0</sub> -Te <sub>1,0</sub> -Sr <sub>0,9</sub> -Tb <sub>0,9</sub> -Mg <sub>0,9</sub> -Y <sub>0,9</sub> -Co <sub>0,9</sub> -Li <sub>0,8</sub> -Cu <sub>0,8</sub> -Ho <sub>0,8</sub> -Rb <sub>0,8</sub> -Be <sub>0,8</sub> -Yb <sub>0,8</sub>	15, низкая
0,5 км (север)	As <sub>2,7</sub> -Se <sub>2,5</sub> -V <sub>2,3</sub> -Ru <sub>2,1</sub> -Ge <sub>1,8</sub> -Cd <sub>1,4</sub> -Tl <sub>1,2</sub> -Li <sub>1,1</sub> -Sb <sub>1,0</sub> -Te <sub>1,0</sub> -Mn <sub>1,0</sub> -Sr <sub>0,9</sub> -Cs <sub>0,9</sub> -Fe <sub>0,9</sub> -Rb <sub>0,8</sub> -Ag <sub>0,8</sub> -Cu <sub>0,7</sub> -Mg <sub>0,6</sub> -Cr <sub>0,6</sub> -Co <sub>0,6</sub> -In <sub>0,5</sub> -Sc <sub>0,5</sub> -Lu <sub>0,5</sub>	8, низкая
0,9 км (север)	Se <sub>10,5</sub> -Ru <sub>4,9</sub> -As <sub>1,8</sub> -Tl <sub>1,8</sub> -V <sub>1,5</sub> -Ge <sub>1,1</sub> -Li <sub>1,1</sub> -Sb <sub>1,0</sub> -Te <sub>1,0</sub> -Mn <sub>1,0</sub> -Sr <sub>1,0</sub> -Cd <sub>0,9</sub> -Ag <sub>0,8</sub> -Mg <sub>0,7</sub> -Cs <sub>0,7</sub> -Fe <sub>0,7</sub> -In <sub>0,7</sub> -Be <sub>0,6</sub> -Rb <sub>0,6</sub> -Lu <sub>0,5</sub> -Co <sub>0,5</sub> -Cu <sub>0,5</sub> -Cr <sub>0,4</sub>	16, низкая
1,2 км (север)	Se <sub>11,4</sub> -Tl <sub>4,5</sub> -Cd <sub>4,3</sub> -V <sub>2,0</sub> -Ru <sub>2,0</sub> -Ag <sub>1,7</sub> -As <sub>1,5</sub> -Ge <sub>1,3</sub> -Sb <sub>1,0</sub> -Te <sub>1,0</sub> -Mn <sub>1,0</sub> -Cs <sub>1,0</sub> -Bi <sub>1,0</sub> -Li <sub>0,8</sub> -Sr <sub>0,7</sub> -Mg <sub>0,7</sub> -Fe <sub>0,7</sub> -In <sub>0,7</sub> -Rb <sub>0,6</sub> -Cu <sub>0,6</sub> -Ho <sub>0,5</sub> -Cr <sub>0,5</sub> -Eu <sub>0,5</sub>	22, низкая
2,3 км (север)	Ru <sub>8,2</sub> -Tl <sub>4,7</sub> -Cd <sub>3,4</sub> -Cs <sub>2,2</sub> -Ag <sub>1,5</sub> -Mn <sub>1,2</sub> -Bi <sub>1,1</sub> -Se <sub>1,0</sub> -Sb <sub>1,0</sub> -Te <sub>1,0</sub> -Rb <sub>1,0</sub> -Cu <sub>1,0</sub> -As <sub>0,9</sub> -Fe <sub>0,9</sub> -In <sub>0,7</sub> -Lu <sub>0,7</sub> -Ho <sub>0,7</sub> -Li <sub>0,7</sub> -Gd <sub>0,7</sub> -Tm <sub>0,6</sub> -Sr <sub>0,6</sub> -Y <sub>0,6</sub> -Zn <sub>0,6</sub>	16, низкая

Результаты расчета общей нагрузки, создаваемой поступлением каждого из химических элементов из атмосферы на снежный покров, показали, что наибольший вклад в общую нагрузку вносят такие элементы как магний (Mg), алюминий (Al), кремний (Si), марганец (Mn), железо (Fe), цинк (Zn), сурьма (Sb), барий (Ba). Суммарный показатель нагрузки, рассчитанный по значениям коэффициента относительного увеличения общей нагрузки, отражает низкую степень загрязнения на северо-западе и в одной точке на севере от предприятия, средняя и очень высокая степени загрязнения характерны для территорий, расположенных на юго-востоке от предприятия, высокая степень загрязнения наблюдается на севере от завода.

Таким образом, по результатам проведенных исследований проб твердой фазы снега можно сделать вывод о том, что обнаруженные химические элементы поступают в снежный покров в результате применения различных сырьевых компонентов - добавок, отходов. Выявленные элементы могут быть привнесены за счет использования в производстве цемента отходов металлургии - гранулированного шлака, железосодержащие добавки, в качестве которых завод использует отходы анилино-красочного производства, отходы черной металлургии, отходы медеплавильного производства. Характерной особенностью медеплавильных шлаков является наличие в их составе соединений цинка, меди, свинца, серы и магния, что способствует интенсификации процессов клинкерообразования и повышению качества цемента [8].

#### Литература

1. Бортникова С.Б., Рапута В.Ф., Девятова А.Ю., Юдахин Ф.Н. Методы анализа данных загрязнения снегового покрова в зонах влияния промышленных предприятий (на примере г. Новосибирска) // Геоэкология - 2009. - № 6. - С. 515-525
2. Володина Д.А. Оценка уровня пылевого загрязнения атмосферного воздуха в городах Кемеровской области по данным изучения снежного покрова/ Материалы XXI Международной Экологической Студенческой Конференции «Экология России и сопредельных территорий» - 2016. - с. 141.
3. Касимов Н. С., Кошелева Н. Е, Власов Д. В., Терская Е. В. Геохимия снежного покрова в Восточном округе Москвы // *Vestnik Moskovskogo Unversiteta, Seriya Geografiya*. — 2012. — № 4. — С. 14-24.
4. Рапута В.Ф., Таловская А.В., Коковкин В.В., Язиков Е.Г. Анализ данных наблюдений аэрозольного загрязнения снегового покрова в окрестностях Томска и Северска // *Оптика атмосф. и океана* - 2011. - Т. 24, № 1. С. 74-78.
5. Ревич Б.А., Саэт Ю.Е., Смирнова Р.С. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве N 5174-90 - 1990.
6. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186 № 2932-83. — М.: Госкомгидромет, 1991. — 693 с.
7. Саэт Ю. Е., Геохимия окружающей среды //, Ю. Е. Саэт , Б. А. Ревич, Е. П. Янин - М.: Недра, 1990. - 335 с.
8. Теория цемента / Под ред. А. А. Пашенко.— К. Будівельник, 1991,— 168с.
9. Цемент и известь / Под ред. П. Кривенко. - Киев, 2008. - 480 с.
10. Язиков Е. Г. Разработка методологии комплексной эколого-геохимической оценки состояния природной среды (на примере объектов юга Западной Сибири) // *Известия Томского политехнического университета*. - 2011. - Т. 304. - Вып. 1. - С. 325-336

### **ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТОКСИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ-ПРИМЕСЕЙ В УГЛЯХ И ЗОЛАХ АЗЕЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**Е.К Вымятнин, С.С Ильенок**

Научный руководитель доцент С. Г. Маслов

***Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия***

Методом нейтронно-активационного анализа исследованы пробы бурого угля Азейского месторождения Иркутского угольного бассейна. Определено содержание токсичных элементов-примесей. Данные настоящего исследования могут стать основой для разработки методик исследования содержания элементов-примесей в углях.

В настоящее время в связи с развитием угледобывающей и углехимической промышленности как никогда актуален вопрос экологии. Для решения этого вопроса необходимо применять комплексный подход к переработке и использованию угля, который включает в себя извлечение из углей и углеотходов широкого спектра элементов-примесей. Такие элементы составляют обычно не более 1 % от всей массы неорганического вещества [1]. Наиболее остро стоит проблема утилизации отходов сжигания угля, содержащих токсичные элементы-примеси. К таким элементам относят те, которые при сжигании углей способны переходить в газовую фазу при температуре сжигания и выбрасываются с дымовыми газами в атмосферу. В число токсичных элементов-примесей, характерных для углей, входят As, Se, Cr, Sb, Pb, U, Th [1]. Содержание этих элементов в углях Азейского месторождения было определено в данной работе.

Месторождение расположено в 10 км юго-восточной города Тулун и приурочено к эрозионно-тектонической депрессии в палеозойских отложениях. По степени метаморфизма угли зрелые бурые марки ЗБ с теплотой сгорания на рабочее топливо 17,6 МДж/к [2]. На запасы месторождения по категориям А+В+С1 составляют 362,6 млн т [2]. Угли месторождения характеризуются повышенными содержаниями катион- и анион-формирующих элементов с постоянной валентностью (Lu, Yb, Sm, Eu, La, Ce, Nd, Th, Hf, Sc, Ta), а также Cr, Zn и Со относительно среднего содержания в бурых углях мира [3].

В нашей стране содержание токсичных элементов-примесей в углях и их золах до сих пор никак не регламентируется. Токсичные элементы обладают канцерогенным действием, могут вызывать разнообразные патологические изменения в организме человека. В золе концентрация токсичных элементов-примесей может быть намного выше, чем в исходном угле. Поэтому, необходимость в изучении концентраций токсичных элементов в углях и продуктах их сжигания весьма актуальна. Данные этой работы могут использоваться впоследствии при составлении нормативных документов, касающихся регламентирования содержания токсичных элементов-примесей в углях, а также при разработке аналитических методик для изучения элементов примесей в углях.



**Рис. 1** Обзорная карта расположения Азейского месторождения [2]: 1 - границы субъектов федерации; 2 - контуры угольных бассейнов; 3 - угольные бассейны и угленосные площади; 4 - основные угольные месторождения и районы

При помощи нейтронно-активационного анализа были исследованы пробы угля и золы угля Азейского месторождения. Изучение минеральных форм элементов в углях и золах углей проводилось на сканирующем электронном микроскопе Hitachi S 3400N с энергодисперсионным спектрометром Bruker XFlash 4010 для проведения рентгеноспектрального анализа проводилось в международном инновационно-научном образовательном центре «Урановая геология» при кафедре геоэкологии и геохимии Томского Политехнического университета. Отбор проб для изготовления образцов и последующего электронно микроскопического исследования проводился на основании результатов нейтронно-активационного анализа. Главным критерием отбора было аномальное содержание редких элементов. Данные о среднем содержании токсичных элементов-примесей и аномальные концентрации в некоторых пробах, представлены в таблице.

Таблица

**Содержание токсичных элементов-примесей в углях и золе Азейского месторождения, г/т**

Уголь							
Элементы-примеси	As	Se	Cr	Sb	Pb	U	Th
Среднее содержание	2,7	<1	48,4	0,50	11,0	1,30	2,57
Аномальные концентрации	7,5	1,1	75,2	2,89	14,7	4,74	14,9
Зола угля							
Элементы-примеси	As	Se	Cr	Sb	Pb	U	Th
Среднее содержание	20,5	11,2	393,5	6,42	126,3	27,4	79,2
Аномальные концентрации	63,1	15,4	1066,8	16,0	145,6	133,6	188,8

Сравнивая данные, полученные в ходе исследования проб угля Азейского месторождения с кларком углей [4], можно сделать вывод, что среднее содержание As, Se, Sb, U в углях не превышает или ниже значений кларка. Среднее содержание Cr, Pb и Th серьезно превышает значения кларка. Содержание токсичных элементов-примесей в золе углей превышает значения кларков для земной коры [5] в десятки раз. Это означает, что уголь Азейского месторождения представляют серьезную экологическую опасность при неправильном режиме переработки. Для снижения угрозы окружающей среде при переработке и использовании углей данного месторождения в качестве топлива (особенно в процессе сжигания) необходимо тщательно подбирать защитные меры.

#### Литература

1. Ильенко С. С., Арбузов С. И. Минеральные формы редких элементов в углях и золах углей Азейского месторождения Иркутского угольного бассейна // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. — 2016. — Т. 327, № 2. — [С. 6-20].
2. Угольная база России. Т. III. Угольные бассейны и месторождения Восточной Сибири. - М.: ООО «Геоинформцентр», 2002. - 488 с.
3. Юдович Я. Э., Кетрис М. П. Токсичные элементы-примесей в ископаемых углях. Екатеринбург: УрО РАН, 2005.
4. Ketris M.P., Yudovich Ya.E. Estimations of Clarkes for Carbonaceous biolithes: World averages for trace element contents in black shales and coals // International Journal of Coal Geology. - 2009. - V. 78. - Pp. 135-148.

5. Taylor, S.R. Abundance of chemical elements in the continental crust: a new table // *Geochimica et Cosmochimica Acta* 1964. - V. 28. Pp. 1273-1285.

### **МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛАНДШАФТОВ БЕЛОРУССИИ**

**А.С. Гайдук**

Научный руководитель старший преподаватель А. С. Соколов  
**Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, г. Гомель, Белоруссия**

Картометрия и морфометрия - графоаналитические приемы, предназначенные для измерения и исчисления по картам различных количественных величин. К задачам картометрии относятся измерения по картам плановых координат объектов, аппликат (высот, глубин, мощностей), длин и расстояний, площадей, объемов, горизонтальных и вертикальных углов и направлений. В интересы картометрии входит также оценка точности измерений с учетом масштаба и проекции карты.

Морфометрия изучает и разрабатывает способы количественной оценки по картам форм и структур объектов. К основным морфометрическим характеристикам принадлежат показатели формы, плотности, концентрации объектов, глубины и густоты расчленения. Для вычисления морфометрических показателей, как правило, используют картометрические величины. Иначе говоря, в основе всех морфометрических показателей лежат картометрические определения [1].

Целью работы было определить основные морфометрические показатели родов ландшафтов Белоруссии, характеризующие степень их дробности, доли в общей структуре ландшафтов, равномерности распределения площади выделов, извилистости границ, разнообразия. Объектом оценивания явились ландшафтные выделы ранга рода ландшафтов. В системе классификации ландшафтов Белоруссии [2] род ландшафтов объединяет ландшафты, сходные по генезису и времени образования. Всего в Белоруссии 16 родов ландшафтов и более 500 выделов.

Для расчётов морфометрических показателей и определения центров распространения родов ландшафтов были использованы программы MapInfo и MS Excel.

*Таблица*

*Морфометрические показатели родов ландшафтов*

Род	S, км <sup>2</sup>	D, %	N	$\bar{s}$ , км <sup>2</sup>	K <sub>изв</sub>	d	H	E
Вторичные водно-ледниковые	36479,1	17,7	102	357,6	1,57	0,04	4,32	0,93
Вторичноморенные	29734,6	14,4	71	418,8	1,45	0,05	4,01	0,94
Болотные	17339,1	8,4	59	293,9	1,50	0,10	3,72	0,91
Холмисто-моренно-эрозионные	16928,5	8,2	57	297,0	1,55	0,07	3,77	0,93
Моренно-зандровые	16928,5	8,2	40	423,2	1,48	0,10	3,38	0,92
Аллювиальные террасированные	15931,7	7,7	51	312,4	1,82	0,11	3,38	0,86
Озёрно-аллювиальные	11873,1	5,8	12	989,4	1,79	0,22	2,23	0,90
Ландшафты речных долин	10192,2	5,0	27	377,5	3,71	0,20	2,76	0,84
Озерно-ледниковые	10100,1	4,9	37	273,0	1,76	0,10	3,35	0,93
Моренно-озерные	8245,8	4,0	28	294,5	1,64	0,09	3,18	0,96
Пойменные	8094,4	3,9	22	367,9	3,55	0,13	2,82	0,91
Холмисто-моренно-озерные	7082,4	3,4	26	272,4	1,89	0,11	2,98	0,92
Водно-ледниковые с озёрами	6963,7	3,4	29	240,1	1,56	0,26	2,90	0,86
Лёссовые	4674,2	2,3	7	667,7	1,55	0,20	1,90	0,97
Камово-моренно-озёрные	2689,8	1,3	10	294,5	1,49	0,19	2,17	0,94
Камово-моренно-эрозионные	2618,1	1,3	9	290,9	1,49	0,22	2,00	0,22

Нами были вычислены ряд показателей, характеризующий морфометрию ландшафтов уровня рода ландшафта (таблица 1) - общая площадь (S), доля от площади Белоруссии (D), количество выделов (N), средняя площадь выдела ( $\bar{s}$ ), среднее значение коэффициента извилистости (отношение периметра ландшафта к периметру круга, имеющего площадь, равную площади ландшафта) (K<sub>изв</sub>), индекс Бергера-Паркера (d), индекс разнообразия Шеннона (H) и индекс выравниваемости Пнелу (E).

Максимальной долей в общей площади и количеством выделов характеризуются вторичные водно-ледниковые и вторичноморенные ландшафты (в сумме они занимают 32,1 % площади страны и 29,7 % всех выделов). Последние 5 родов по площади занимают 11,7 % площади и 13,9 % выделов. Минимальным количеством выделов характеризуются лёссовые, камово-моренно-эрозионные и озёрно-аллювиальные ландшафты. По средней площади выдела лидируют озёрно-аллювиальные и лёссовые ландшафты (одновременно входящие в тройку родов с минимальным количеством выделов), минимальное значение данного показателя у водно-ледниковых ландшафтов с озёрами, холмисто-моренно-озёрных и озёрно-ледниковых ландшафтов, то есть озёрных парагенетических комплексов. Также низкое значение показателя и у других родов ландшафтов, происхождение которых связано с развитием озёрных котловин. Наибольшим показателем выравниваемости (характеризующим равномерность распределения выделов по площади, если все выделы имеют одинаковую площадь, то E = 1) обладают лёссовые и моренно-озёрные ландшафты. Минимальное значение имеют камово-моренно-эрозионные,

ландшафты речных долин и аллювиально-террасированные и озёрно-аллювиальные ландшафты, то есть в основном парагенетические долинно-речные комплексы. Максимальный коэффициент Бергера-Паркера (отражающий долю самого крупного выдела в общей площади рода) у водно-ледниковых ландшафтов с озёрами.

С помощью центрографического метода нами были определены и показаны на карте-центрограмме (рис. 1) центры распространения родов ландшафтов («центры тяжести»). Центр тяжести какого-либо географического показателя - это географическая точка (в двумерном географическом пространстве), имеющая своими координатами средние из координат географических центров отдельных подразделений большой территории (по возможности наиболее мелких), взвешенные по значению данного показателя для этих территорий. То есть, проще говоря, севернее, южнее, западнее и восточнее данной точки площадь ландшафтов каждого рода будет одинаковой. Впервые определение такого «центра тяжести» по отношению к населению предложил в начале XX века великий русский учёный Д.И. Менделеев [3].



Рис. 1 Центры распространения родов ландшафтов Белоруссии

В дальнейшем нахождение «центров тяжести» было предложено применять не только для изучения населения, но и для анализа экономической деятельности, а сам метод получил название центрографического [4].

Центры тяжести позволяют проследить закономерности распространения ландшафтов. Наиболее северное положение имеют центры распространения камово-моренно-озёрных и озёрно-ледниковых ландшафтов, наиболее южное - озёрно-аллювиальные, пойменные и аллювиально-террасированные, наиболее западное - холмисто-моренно-эрозионные и озёрно-аллювиальные ландшафты, наиболее восточное - лёссовые ландшафты.

#### Литература

1. Берлянт А.М. Карта - второй язык географии: (Очерки о картографии). - М.: Просвещение, 1985. - 192 с.
2. Марцинкевич Г.И. Ландшафтоведение: уч. пособие. - Минск: БГУ, 2005. - 200 с.
3. Менделеев Д.И. К познанию России [по изданию А. С. Суворина 1907 г.]. - М.: Айрис-пресс, 2002. - 576 с.
4. Червяков В.А. Количественные методы в географии. - Барнаул: Изд-во Алт. гос. ун-та, 1998. - 259 с.

## РАДИОАКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ПОЧВАХ СЕВЕРБАЙКАЛЬСКОГО РАЙОНА (РЕСПУБЛИКА БУРЯТИЯ)

Д.Н. Галушкина

Научный руководитель - профессор, д.г.-м.н. Рихванов Л.П.

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Республика Бурятия относится к крупнейшей ураноносной провинции на территории России. На данный момент здесь обнаружено более 20 месторождений и больше 130 ураноносных рудопроявлений. Кроме того, территория Бурятии характеризуется повышенными концентрациями других природных радионуклидов, таких как торий-232 и калий-40, а также продуктов их распада - радона и торона. Они перемещаются по тектоническим нарушениям в почву, воду и атмосферу, зачастую в опасных концентрациях. Учитывая радоноопасное положение крупных городов Бурятии, необходимо детальное изучение радиологической обстановки на их территориях. В качестве такого населенного пункта был выбран г. Северобайкальск с его окрестностями.

Северобайкальск расположен на северном берегу озера Байкал. С трех сторон город вплотную окружили отроги Байкальского хребта, с четвертой — озеро Байкал. Северобайкальск - столица Бурятского участка БАМ, современный, активно развивающийся, компактный город - второй год (в 2010 и в 2011 годах) занимает 1 место в рейтинге социально-экономического развития муниципальных образований Бурятии. Следует отметить, что Байкало-Амурская магистраль на Бурятском участке изрезана тоннелями и штольнями, которые прорубались в основном сквозь изверженные породы гранитоидного ряда. Работы радиологического характера в крупных тоннелях проводились в 90-х годах, но не оглашались. А. Булнаев и его коллеги из ИРНТУ по приглашению руководства ВСЖД (филиал ОАО «РЖД») проверили уровень содержания радонового газа в Северомуйском тоннеле. Замеры показали результат в 8000 беккерелей. Это значительно превышало нормы радиации, допустимой на АЭС. Данные, полученные геологами ИРНТУ, побудили руководителей ОАО «РЖД» организовать службу радиационной безопасности и установить 12 контрольных постов по всей длине тоннеля. Как показала практика,

оборудование на постах высушивало воздух внутри тоннеля. Между тем, определить концентрацию радона можно в условиях высокой влажности. А. Булнаев предложил использовать данные интенсивности излучения гамма-поля в подземных выработках (в тоннеле и штольне) как индикатор концентрирования радона [2].

Также отметим, что Северобайкальский район приурочен ко второму уровню заболеваемости злокачественными опухолями по Республике Бурятия, то есть характеризуется высокими рисками опухолевых патологий - 200-260 человек на 100 000 населения. Наиболее подверженными злокачественным новообразованиям являются органы женской репродуктивной системы. Эти данные весьма тревожные и должны повлечь за собой необходимые меры и дополнительные исследования как заболеваемости, так и экологической обстановки района, в том числе и радиационной [4].

В работе было произведено опробование почвенного покрова г. Северобайкальск, пгт. Нижнеангарск, с. Байкальское, а также почв заказника "Фролихинский". Пробоотбор произведен методом конверта на глубину 0 - 5 см, исключая растительный покров. Методом инструментального нейтронно-активационного анализа в пробах были определены содержания урана и тория.

Полученные результаты показали неравномерное распределение содержаний элементов в почвах, а также разное распределение их по площади изученной территории города. Анализ полученных эмпирических данных проводили в сравнении с кларковым содержанием исследуемых элементов, а также с усредненными значениями по региону и для соответствующей природной зоны. Максимальное содержание урана отмечено для почв заказника "Фролихинский", а также на вершине горы Панорама в Северобайкальске и у подножия холма в с. Байкальское. Эти значения в 2 и более раз превышают усредненные значения по почвам горно-таежной зоны Сибири, средние значения по Республике Бурятия [3] и кларк литосферы [2]. В целом почти для всех исследуемых образцов почв отмечаются повышенные концентрации урана. У подножия склона в с. Байкальское отмечается максимальная концентрация не только урана, но и тория - 26,8 г/т, что в 2 раза превышает кларк литосферы и почти в 4 раза превосходит ранее упомянутые усредненные значения. В этом пункте отбора нарушено соотношение тория к урану - 5,6 и это несмотря на то, что на изучаемой местности преобладают горно-таежные и горные подзолистые почвы, для которых характерны отношения тория к урану в диапазоне значений 1,3 - 1. Средние содержания естественных радионуклидов в почвах изучаемой местности определяются, в первую очередь, радиоактивностью почвообразующих пород. Уран и торий, а также продукты их распада, являются основными составляющими радиационного фона, который в Бурятии повышен из-за геологического состава, высокого уровня космического излучения, а также последствий ядерных взрывов. Несомненно, при разработке программ мероприятий, направленных на социальную помощь населению и нормализацию санитарно-гигиенического состояния населенных пунктов, следует учитывать не только естественную радиоактивность, но и вклад техногенного радиоактивного излучения, а также проводить локальные многолетние медико-генетические исследования.

#### Литература

1. Виноградов, А. П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры/ А.П.Виноградов.// Геохимия.-1962.-№7.-С. 555-572.
2. Пинчук К. А. Исследование распределения и мониторинг радона в Северомуйском железнодорожном тоннеле на трассе Байкало-Амурской магистрали : диссертация ... кандидата геолого-минералогических наук : 25.00.36 / Пинчук Ксения Александровна; [Место защиты: Ин-т геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН]. - Иркутск, 2012. - 133 с. : ил. Геоэкология (по отраслям)
3. Рихванов Л.П., Страховенко В.Д., Маликова И.Н., Щербов Б.Л., Сухоруков Ф.В., Атурова В.П. Радиоактивные элементы в почвах Сибири // Материалы IV Международной конференции "Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека". - Томск: НИ ТПУ, 2013. - С. 448-451.
4. Чимитдоржиева Т.Н. Заболеваемость злокачественными новообразованиями населения Республики Бурятия. Российский онкологический журнал. 2013; 2: 42-46.

### **DROSOPHILA MELANOGASTER КАК ТЕСТ-ОБЪЕКТ ДЛЯ ОЦЕНКИ БИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ СНЕГА**

**Т.Т. Гасанова**

Научный руководитель доцент А.В. Таловская

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Год от года со времен освоения первых производств и новых технологий возрастает антропогенная нагрузка на экосистему всей планеты, которая все больше прослеживается. Многие города и страны, в частности Россия, подвержены воздействию автотранспорта и промышленных выбросов с предприятий, которые негативно влияют на атмосферу и на окружающую среду в целом. Топливо-энергетический комплекс, энергетика, транспорт и промышленность, где превалируют процессы, основанные на горении, являются главными источниками антропогенного загрязнения окружающей среды [1].

Загрязнение атмосферы воздуха - это привнесение в атмосферный воздух разными источниками загрязнения нехарактерных, новых химических, биологических и физических веществ или изменение их естественной концентрации. Именно поэтому необходимо осуществлять систему мер по предотвращению поступления в атмосферный воздух не характерных для него веществ.

Для определения наличия в окружающей среде загрязнителя используют организмы, которые чувствительны к изменению экологической обстановки в окружающей среде. Биотестирование - это процесс

установления токсичности среды, который осуществляется с помощью тест-объектов. Тест-объектами являются живые организмы, которые были специально отобраны и выращены. Изменением своих жизненно важных функций они сообщают об опасности независимо от того, какие вещества и в каком сочетании вызывают эти изменения [2]. Существуют различные типы биоиндикаторов и их чувствительности (таблица).

Таблица

Типы биоиндикаторов и их чувствительности [1]

Тип	Характеристика
1	Тест-объект проявляет сильную и внезапную реакцию какое-либо время, затем адаптируется и перестает реагировать на загрязнитель
2	На возрастание концентраций загрязнителя тест-объекты реагирует линейно
3	Сначала происходит сильная реакция, затем наблюдается ее постепенное затухание
4	Реакция становится интенсивной, после достижения своей максимальной точки затухает
5	Возникает осцилляция

Одними из основных тест-объекты, которые часто используются, являются дрозофилы - отдельный род мелких мух, принадлежащих к семейству Drosophilidae, членов которого часто называют фруктовыми, укусными или винными мухами, поскольку этих насекомых много вокруг перезревших фруктов. Муха дрозофила очень похожа на плодovou мушку - их отличает только цвет глаз и размеры [3]. Один из видов дрозофилы, в частности - *melanogaster*, в значительной степени используют в научных исследованиях в области генетики и общего моделирования организма в биологии развития. В целом, род содержит более 1500 видов, отличить между собой которых под силу только опытному энтомологу. Дрозофилы - маленькие мухи, которые напоминают мушку, имеют окрас от бледно-желтого до красновато-коричневого и черного цвета, с красными глазами. Многие виды, в том числе Гавайская дрозофила, имеют различные черные узоры на крыльях. У так называемых перистых видов *Arista* отмечают наличие щетинок в области головы и грудной клетки, а также определенного рисунка жилкования на крыльях, что используется для определения семейства. Большинство мушек небольшие, длиной около 2-4 мм в длину. Мушка *Drosophila melanogaster* (чернобрюхая дрозофила) является одним из таких организмов, которые часто используют в экспериментах. Это двукрылое насекомое, вида плодовой мухи из рода дрозофил. Длительность онтогенеза дрозофилы около 10 дней [4].

Впервые оценил такие возможности дрозофил Томас Хант Морган в 1906 году и начал свою работу именно на *melanogaster*. Уже в 1910 году ему удалось вывести мушек с белыми глазами. Его исследования принесли в 1933 году Нобелевскую премию в области медицины. В основе его работы лежало изучение идентификации хромосом в качестве носителей наследования генов. С тех пор *melanogaster* и другие виды дрозофил широко используются в исследованиях генетики, эмбриогенеза и других областях естественной науки.

Существует несколько интересных фактов о дрозофилах. Например, срок жизни половозрелой особи не превышает всего 24 часа. На дрозофилах были проведены исследования в области эволюционной и популяционной генетики. У дрозофил этого вида можно выявлять различные типы мутаций, что является преимуществом биотестирования по сравнению с другими тест-объектами. У них короткий жизненный цикл, большая плодовитость, малое число хромосом, такая же, как и у человека, метаболическая активация веществ.

Для исследования пылеаэрозолей используют *Drosophila melanogaster*, тест-объекты, которые являются наиболее эффективным для изучения вредных веществ, выбрасываемые с промышленных предприятий, которые оказывают негативное влияние на здоровье человека и окружающую среду. Эти эксперименты помогут своевременно выявить негативное воздействие и предупредить последствия на ранних стадиях. Одним из самых удобных и экономичных природных планшетов, для изучения загрязнения атмосферного воздуха, является снежный покров. Снег, как природный планшет-накопитель позволяет проследить величину сухих и влажных атмосферных выпадений в зимний сезон. На территориях с присутствием сплошного снежного покрова практически исключается его литогенное загрязнение, что позволяет использовать вещественный и химический состав твердого осадка снега, как функцию атмосферных выпадений. Снеговые пробы используются в исследованиях пылеаэрозольных частиц многими учеными, позволяя определять их количество, особенности химического состава и пространственного распределения. Интенсивность загрязнения снежного покрова позволяет определить количество загрязнителей, поступающих во время снеготаяния в поверхностные воды и почвы [5].

Известно, что загрязнение снежного покрова происходит в два этапа. Первый этап происходит во время образования снежинок в облаке и осадения их на местность - влажное выпадение загрязняющих веществ со снегом. Второй этап происходит в результате сухого выпадения загрязняющих веществ из атмосферы, которые осаждаются на уже выпавший снег [6].

Снежный покров, исходя из условий формирования и существования, включает воду в твердом состоянии как основной компонент (ее содержание обычно более 99%), а также примесные твердые фракции аэрозольных частиц. Следовательно, изучение особенностей накопления химических элементов в твердой и жидкой фазах снежного покрова, является одной из важных задач экологического мониторинга [7].

После проведения анализа литературных данных, было найдено, что в г. Томске проводилось исследование пылеаэрозолей, аккумулированных в снежном покрове. Исследования проводились на территории г. Томска в связи с большим количеством на территории предприятий, например, таких как нефтехимический завод, предприятия строительной отрасли и теплоэнергетики [4]. В результате проведенного опыта биотестирования твердого осадка снега на *Drosophila melanogaster* удалось выявить, что токсичными в основном

являются пробы из санитарно-защитных зон, которые были отобраны на изучаемых предприятиях в г. Томске. Для постановки эксперимента взяты линии дрозофил yellow (y) и singed (sn). У yellow - желтое тело и прямые щетинки, у singed - тело серого цвета и опаленные щетинки. Признаки у и sn являются сцепленными с полом рецессивными признаками. В пробирках с питательной средой для размножения оставляли в течение суток самок линии yellow (y) и самцов линии singed (sn), в результате скрещивания получали гибриды поколения F1 (самки - y+/+sn, самцы y+/Y). Контрольные и опытные группы формировали одновременно и идентично. Для проведения опыта, пробы твердого осадка снега помещали в съедобную среду для дрозофил в концентрации 0,5 % [3]. Как удалось выяснить, пробы твердого осадка снега оказывают терратогенное воздействие на живые организмы, это прежде всего связано с геохимическими особенностями проб. Были выявлены повышенные концентрации тяжелых металлов, редкоземельных элементов и урана [4].

Таким образом, можно сделать вывод, что *Drosophila melanogaster* являются хорошими тест-объектами для оценки биологического воздействия твердой фазы снега. С их помощью можно выявить негативное влияние на окружающую среду и здоровье человека [4].

#### Литература

1. Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды/ Ляшенко О.А. - Санкт-Петербург: Издательство СПбТУРП, 2012. -67 с.
2. Бочков Н.П. Чеботарев А.Н. Наследственность человека и мутагены внешней среды// М: Медицина - 1989. - С. 163-167.
3. Таловская А.В. Оценка эколого-геохимического состояния районов г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей: автореф. дис. на соиск. учен. канд. геолого-мин. наук (25.00.36). - Томск 2008. - 185 с.
4. Азаров С.В., Язиков Е.Г., Ильинских Н.Н.. Оценка экологической опасности отходов горнодобывающих предприятий республики Хакасия с применением метода биотестирования // Известия Томского политехнического университета. - 2004. - №4. - 55-59 с.
5. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саев, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. - М.: Недра, 1990. - 335 с
6. Рихтер Г.Д. Роль снежного покрова в физико - географическом процессе / Г.Д. Рихтер. - Л. : Гидрометеоиздат, 1989. - 189 с.
7. Бортникова С.Б., Рапута В.Ф., Девятова А.Ю. и др. Методы анализа данных загрязнения снежного покрова в зонах влияния промышленных предприятий (на примере г. Новосибирск) // Геоэкология. 2009. № 6. С. 515-525.

### РЕШЕНИЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИЗОТОПОВ РАДИОУГЛЕРОДА И УРАНА

М.В. Гонтарев

Научный руководитель д.г.-м.н., доцент А.И. Малов

Институт геодинамики и геологии ФГБУН ФИЦКИА РАН, г. Архангельск, Россия

Для датирования подземных вод со временем нахождения в водоносном горизонте до 35-50 тысяч лет используется  $^{14}\text{C}$ , образующийся в атмосфере под воздействием космических лучей [3-5, 7, 8]. Однако в ряде случаев этот метод сталкивается с серьезными затруднениями. Это в первую очередь - снижение удельной активности  $^{14}\text{C}$  в водах за счёт растворения карбонатов из вмещающих пород, завышающее возраст, и смешение с более молодыми водами, занижающее его [3]. В этой связи представляется перспективным совместное использование изотопов  $^{14}\text{C}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $^{234}\text{U}$  и  $^{238}\text{U}$  для датирования вод «среднего» возраста.

На рис. 1, а представлен график зависимости активности  $^{14}\text{C}$  от концентрации  $^{238}\text{U}$  в подземных водах Северо-Двинской впадины.

Анализ рис. 1, а показывает, что между активностью  $^{14}\text{C}$  и концентрацией U в минеральных водах Северо-Двинской впадины в окислительных для урана условиях водоносного комплекса алевролитов и песчаников венда существует зависимость: при снижении концентраций  $^{14}\text{C}$  происходит повышение концентраций U. Это свидетельствует о возможности датирования подземных вод уран-изотопным методом, так как  $^{14}\text{C}$  имеет атмосферное происхождение и в условиях закрытой системы водоносного горизонта его концентрации снижаются в течение времени, а уран переходит в воду из горных пород, и его концентрации повышаются при увеличении времени контакта вода-порода в окислительных условиях водоносного горизонта (рис. 1, б).

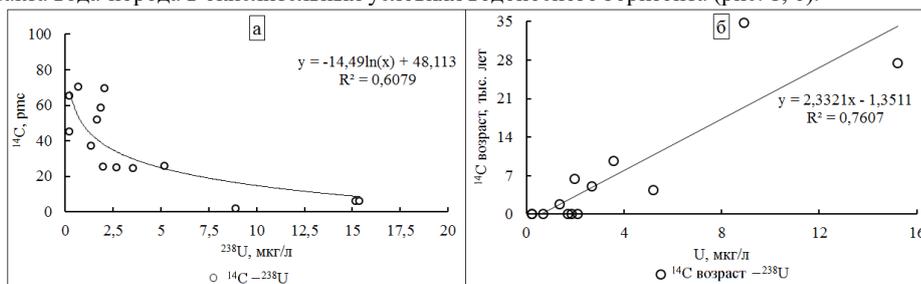


Рис. 1 Графики зависимостей: а) активность  $^{14}\text{C}$  - концентрация  $^{238}\text{U}$  (окислительные условия среды); б)  $^{14}\text{C}$  возраст - концентрация  $^{238}\text{U}$

Изотопы уранового семейства, в отличие от космогенных изотопов, практически полностью переходят в подземные воды из водовмещающих отложений. Поэтому процессы растворения в сочетании с процессами радиоактивного распада и являются той основой, которая позволяет датировать подземные воды по изотопам  $^{234}\text{U}$  и  $^{238}\text{U}$ . При выявлении выше упомянутых закономерностей (рис. 1) была решена геоэкологическая задача: определен возраст подземных вод по двум методам (радиоуглеродный и уран-изотопный) с установлением степени радиоактивного загрязнения минеральных вод.

Интенсивность концентрирования урана в подземных водах зависит от окислительно-восстановительных (Eh) и кислотнo-щелочных условий (pH) и содержания карбонатов. Валентность урана  $\text{U}^{4+}$  свойственна для восстановительной обстановки в подземной гидросфере (скважины: B2, 27km, L5, Wo, No, L6, Mk, Is, Ks, Ch). В окислительных условиях уран находится в 6-валентной форме  $\text{U}^{6+}$  в виде карбонатных комплексов уранил-ди- или уранил-три-карбонатов (скважины: Mi, Mm, B1, Kss, Kw, Il, Le, Le2, 9mz, в-6, в-22, в-28, в-36, 3э, 3у, 2о, 8qc). Повышенные альфа-активности урана в подземных водах исследованного района преобладают в окислительных условиях водоносных горизонтов (с  $\text{Eh} \geq -50$  мВ), pH среды 7-8.

Как правило альфа-активность (концентрация) урана в подземных водах связана со временем нахождения последних в окислительных условиях водоносного горизонта, так как чем дольше воды контактируют с вмещающими породами и растворяют их, тем большее количество урана переходит в воду (рис. 2).

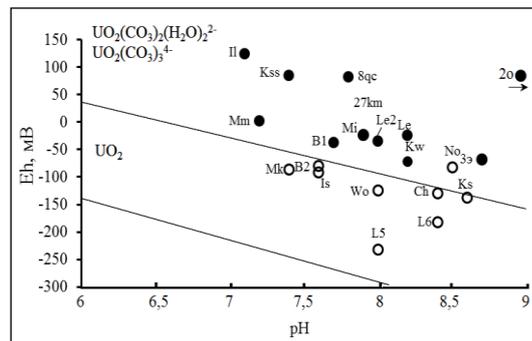


Рис. 2 Формы нахождения урана в подземных водах в различных Eh-pH состояниях: по данным за 2003-2015 гг. (чёрные кружки - окислительные условия среды, белые кружки - восстановительные)

Повышение радиоактивности в подземных водах может быть обусловлено и антропогенным влиянием [3]. Например, высокие концентрации урана в воде способны повышаться в процессе эксплуатации скважины. Обнаруженные в подземных водах на скважине Беломорье-1 очень низкие (в среднем, 24) значения отношения коэффициента запаздывания скорости перераспределения урана в водоносном горизонте по сравнению со скоростью движения подземных вод (R, retardation factor) к коэффициенту отдачи (p, recoil loss factor <0,03) свидетельствуют о том, что сорбции урана не происходит, а напротив идёт десорбция ранее адсорбированного на фронте пластового окисления гидрогенного урана с высокими значениями  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ . При работе насосного оборудования в прифилтровой зоне скважины создается окислительная обстановка и сорбированный на частицах породы уран переходит в воду. Сходная ситуация наблюдается и по остальным скважинам, вскрывающим водоносный комплекс алевролитов и песчаников падуновской свиты венда. Для отложений этой свиты характерен преимущественно кварцевый состав. Среди обломочных зёрен до 98 % кварца, до 10 % полевых шпатов, около 1 % слюд [2]. Напротив, по скважинам и источникам, дренирующим песчано-глинистые отложения мезенской свиты венда и четвертичных отложений (8mz, Куртяево-1, Куртяево 2-юг) получены сравнительно высокие значения  $R/p = 200-300$  [6], что свидетельствует о продолжающейся сорбции урана на глинистых частицах.

В ходе исследований выявлено, что для подземных вод с датировкой до 12 тысяч лет свойственна линейная корреляция возраста воды и урановых концентраций ( $U = a \cdot t + b$ ), эти воды являются молодыми пресными (рис. 3, а). Данные условия могут быть обусловлены превалированием процессов объёмного растворения водовмещающих горных пород слабоминерализованными подземными водами, которые недосыщены относительно большей части минералов. Показатель  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  для пресных вод характерен диапазону значений 2-3, и он не зависит от оцененного возраста воды. Для полного спектра подземных вод с датировкой около 40 тысяч лет, характерна смена линейной взаимозависимости в полиномиальную (рис. 3, б). Обусловлено это поэтапным понижением скорости объёмного растворения горных пород с одновременным повышением датировки подземных вод к диапазону 14-40 тысяч лет. В указанных условиях повышается роль фактора отдачи  $^{234}\text{U}$  в воду при процессе распада  $^{238}\text{U}$  в горной породе (recoil loss factor), и это проявляется в значительном увеличении показателя отношения активностей изотопов урана  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  к интервалу 7-9 [1].

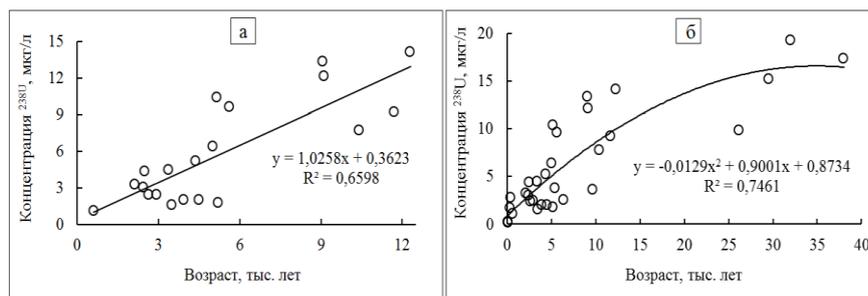


Рис. 3 Зависимости концентраций U в подземных водах от их  $^{234}\text{U}$ - $^{238}\text{U}$  возраста: а) для водоносного горизонта песчаников и алевролитов паунской свиты венда в районе месторождения алмазов им. М.В. Ломоносова, б) для всех опробованных подземных вод

Выявленные зависимости на рис. 2, 3 решают следующую геоэкологическую задачу: установление временных закономерностей формирования радиоактивности подземных вод Северо-Двинской впадины.

#### Литература

1. Гонтарев М.В., 2017. Зависимость концентраций урана в минеральных водах от их возраста. В сборнике статей «EUROPEAN RESEARCH» (Отв. ред. к.э.н. Г.Ю. Гуляев). С. 390-392. Пенза: МЦНС «Наука и просвещение».
2. Малов А.И. Использование геологических реперов для оценки времени нахождения подземных вод в водоносном горизонте по уран-изотопным данным на примере Северо-Двинской впадины // Литология и полезные ископаемые. Т. 48. № 3. 2013. С. 274-285.
3. Ферронский В.И., Поляков В.А. Изотопия гидросферы Земли. М.: Научный мир, 2009. 632 с.
4. Fritz P, Gale J.E. and Reardon E.J. Comments on carbon-14 dating of groundwater in crystalline environments // Geosci. Can. 1979. - V.6. - P.10-15.
5. Geyh M., Amore F.D., Darling G. et al. Groundwater saturated and unsaturated zone // Environmental Isotopes in the Hydrological Cycle - Principals and Application / Ed. W. G. Mook. V. IV. Vienna: I. A. E. A., 2001. 117 p.
6. Malov, A.I. Estimation of uranium migration parameters in sandstone aquifers // J Environ. Radioactiv. 2016. Vol. 153. P. 61-67. doi:10.1016/j.jenvrad.2015.11.006.
7. Münnich, K.O. Messungen des  $^{14}\text{C}$ -Gehaltes von hartem Grundwasser // Naturwissenschaften. 1957. Vol. 44. P. 32-34.
8. Münnich K.O., Roether W., Thilo L. Dating of groundwater with tritium and  $^{14}\text{C}$  // Isotope Gydrology. Proc. Symp. IAEA. 1967. P. 305-319.

### ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ И ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ОБЬ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПОДВОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Г. А. Гунина, Е.А. Романенко

Научный руководитель профессор Н.Ф. Чистякова  
Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия

Подводными переходами называют участки магистральных трубопроводов, пересекающие естественные или искусственные водоемы, которыми могут быть озера, водохранилища, реки и др. [1].

К рассматриваемым участкам подводных переходов в данном исследовании относятся:

- подводный переход магистрального трубопровода, расположенный в 5 км выше пос. Перегребное. Подводный переход введен в эксплуатацию в 1973 году, имеет рабочее давление 5,4 МПа, диаметр 720 мм и толщину стенок 11 мм.

- подводный переход магистрального трубопровода, расположенный в 3 км ниже в г. Салехард. Подводный переход введен в эксплуатацию в 2003 году, имеет рабочее давление 7,5 МПа, диаметр 720 мм и толщину стенок 11,5 мм.

Расчет гидрологических и гидрохимических параметров р. Обь осуществлялся по постам д. Белогорье и г. Салехард, а также по створам подводных переходов магистральных трубопроводов в 5 км выше пос. Перегребное и в 3 км ниже г. Салехард.

Для оценки гидрологического режима р. Обь были обработаны и рассчитаны данные о максимальных расходах воды весеннего половодья, о минимальных расходах воды зимней межени и расходах воды летне-осенней межени за период 78 лет.

Все данные систематизированы по 3-м этапам, отвечающим этапам деятельности нефтегазодобывающих предприятий:

I этап - 1937 - 1964 годы. Начало поисково-разведочного бурения. Отсутствие разработки нефтяных и газовых месторождений.

II этап - 1964 - 1984 годы. Нарастающая добыча в ХМАО-Югре и ведение поисково-разведочных работ в ЯНАО.

III этап - 1985 г - 2015 года. Интенсивная добыча углеводородного сырья в ХМАО-Югре: бурение большого количества эксплуатационных и нагнетательных скважин с целью поддержания нефтеотдачи пластов и сохранения объемов добычи углеводородного сырья. В ЯНАО - активизация промышленной эксплуатации нефтяных и газообразных углеводородов.

Для оценки изменения речного стока были построены гидрографы стока (по средним годовым расходам воды) по постам [2] в д. Белогорье и г. Салехард по 3-м рассматриваемым этапам.

Гидрографы стока на посту р. Обь-д. Белогорье на 1-м и 2-м рассматриваемых периодах практически повторяют очертания друг друга. Низкая зимняя межень продолжительностью 6 месяцев с ноября по апрель с минимумами в марте резко переходит в растянутое весеннее половодье (май-август). Далее плавно переходит в летне-осеннюю межень (с сентября по октябрь), прерываемую дождями, которая также без резких скачков уходит в зимнюю межень. Особенностью этапа с 1984 по 2015 гг. является резкое уменьшение расходов воды от летне-осенней к зимней межени и смещение минимальных значений расходов воды зимней межени, с апреля на 1-м и 2-м этапах на декабрь и февраль на 3-м этапе.

На протяжении всех этапов (с 1937 по 2015 гг.) наблюдается уменьшение расходов воды на пике половодья, с 26416 м<sup>3</sup>/с на 1-м этапе до 22229 м<sup>3</sup>/с на 3-м этапе. Также наблюдается уменьшение пиков летне-осенней межени, с 8391 м<sup>3</sup>/с на 1-м этапе до 6550 м<sup>3</sup>/с на 3-м этапе.

Этап с 1964 по 1984 гг. пост р. Обь-г. Салехард. Самый продолжительный режим реки - зимняя межень, длится с ноября по апрель. На протяжении всего режима идет плавное уменьшение расходов воды до апреля, где наступает минимум 3250 м<sup>3</sup>/с. Весеннее половодье длится с мая по август (5 месяцев). Пик наступает в июне - 32500 м<sup>3</sup>/с. Продолжительность летне-осенней межени 2 месяца (сентябрь-октябрь) не прерывается дождями, расходы плавно уменьшаются до зимней межени. Наименьшие расходы воды фиксируются в конце октября.

Этап с 1984 по 2015 гг. Зимняя межень длится 6 месяцев (ноябрь-апрель). Наблюдается плавное уменьшение расходов с ноября по март, где наименьшие расходы воды - 4109 м<sup>3</sup>/с. В марте-апреле отличается незначительное повышение расходов воды до 4791 м<sup>3</sup>/с. Продолжительность весеннего половодья 5 месяцев (май-август), пик наступает в июне - 29586 м<sup>3</sup>/с. Режим летне-осенней межени длится 2 месяца (сентябрь-октябрь), прерывается дождями в конце сентября - 10441 м<sup>3</sup>/с. Наименьшие расходы отмечаются в конце октября.

Особенностью гидрографов стока на посту г. Салехард по рассматриваемым этапам является более растянутый пик половодья на 3-м этапе, по сравнению со 2-м этапом и отсутствие дождевых пиков в летне-осенней межени на 2-м этапе.

На протяжении всех этапов наблюдается уменьшение максимальных расходов воды на пике весеннего половодья (с 32500 м<sup>3</sup>/с до 29586 м<sup>3</sup>/с). Также наблюдается увеличение расходов воды зимней межени с 3250 м<sup>3</sup>/с на 2-м этапе до 4109 м<sup>3</sup>/с на 3-м этапе.

Были проанализированы данные об ионно-солевом составе воды нижнего течения р. Обь в количестве 700 анализов: составлены формулы Курлова, по которым рассчитывался состав конкретных солей, растворимых в природных речных водах.

Таблица

Формулы Курлова для 3-х этапов

Этап	р. Обь-д. Белогорье	р. Обь-г. Салехард
I этап	$0,13 \frac{\text{HCO}_3 \text{ 78,98 SO}_4 \text{ 10,7 Cl 10,32}}{\text{Ca 63,56 Mg 25,85 (Na + K) 10,59}} 7,13$	$0,13 \frac{\text{HCO}_3 \text{ 76,45 SO}_4 \text{ 11,11 Cl 14,28}}{\text{Ca 61,53 Mg 26,47 (Na + K) 12,64}} 7,04$
II этап	$0,13 \frac{\text{HCO}_3 \text{ 71,95 SO}_4 \text{ 13,9 Cl 14,16}}{\text{Ca 60,87 Mg 23,71 (Na + K) 15,43}} 6,89$	$0,13 \frac{\text{HCO}_3 \text{ 70,89 SO}_4 \text{ 12,21 Cl 16,9}}{\text{Ca 53,58 Mg 25,88 (Na + K) 20,20}} 7,00$
III этап	$0,13 \frac{\text{HCO}_3 \text{ 64,92 SO}_4 \text{ 17,1 Cl 18}}{\text{Ca 58,19 Mg 25,88 (Na + K) 20,88}} 6,85$	$0,13 \frac{\text{HCO}_3 \text{ 65,33 SO}_4 \text{ 13,31 Cl 19,52}}{\text{Ca 45,63 (Na + K) 27,76 Mg 25,29}} 6,96$

Данные формулы Курлова (Таблица 1) показывают, что на постах р. Обь д. Белогорье и г. Салехард к III этапу уменьшается содержание гидрокарбонатов, возрастает содержание хлоридов и сульфатов. Также прослеживается понижение рН: с 7,13 до 6,85 на посту р. Обь-д. Белогорье и с 7,04 до 6,96 на посту р. Обь-г. Салехард.

На посту р. Обь-д. Белогорье наблюдается уменьшение общей минерализации по всем этапам, с 1937 по 2015 гг. на каждом этапе наибольшая минерализация наблюдается в зимнюю межень, наименьшая - в период весеннего половодья. В период весеннего половодья и летне-осенней межени наблюдается уменьшение рН с 1937 по 2015 гг., в половодье с 7,24 по 7,0; в летне-осеннюю межень с 7,29 до 6,6. К III этапу уменьшается содержание гидрокарбонатов, возрастает содержание сульфатов и хлоридов.

На посту р. Обь - г. Салехард наблюдается уменьшение общей минерализации от I к III этапу. По режимам наименьшая минерализация наблюдается в период половодья, наибольшая в зимнюю межень. Содержание рН увеличивается от I к III этапу. В режим зимней межени возрастает количество гидрокарбонатов от I к III этапу, уменьшается содержание сульфатов и хлоридов. В режим половодья и летне-осенней межени от I к III этапу, количество гидрокарбонатов уменьшается, а содержание хлоридов и сульфатов растет.

Помимо расчета по этапам, был произведен расчет ионно-солевого состава р. Обь на постах д. Белогорье и г. Салехард по режимам реки: весеннее половодье, летне-осенняя межень, зимняя межень.

В период с 1937 по 1964 на посту р. Обь-г. Салехард в режиме половодья появляется  $\text{CaSO}_4$ , которая исчезает в зимнюю и летне-осеннюю межень (выпадает в донные отложения).  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  и  $\text{MgSO}_4$  присутствуют во все режимы. Содержание  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  практически не изменяется,  $\text{MgSO}_4$  возрастает в половодье и уменьшается в зимнюю и летне-осеннюю межень. Отсутствуют  $\text{NaHCO}_3$  во всех режимах реки. Наблюдается уменьшение  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  к летне-осенней межени и увеличение  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  в зимнюю межень.

В период с 1964 по 1984 гг. в режиме половодья появляется  $\text{CaSO}_4$ , который к летне-осенней и зимней межени переходит в донные отложения. Наблюдается повышение  $\text{MgSO}_4$  в режим половодья и уменьшение его к летне-осенней и зимней межени. Гидрокарбонаты представлены всеми солями. Пониженное содержание  $\text{NaHCO}_3$  в зимней межени и увеличение его к половодью и летне-осенней межени.  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  ведет себя противоположно. Увеличение  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  от зимней межени к половодью и летне-осенней межени.

До 1964 года на посту р. Обь-д. Белогорье зафиксировано в зимнюю межень pH 6,6 - кислая среда, отражающее загрязнение нефтепродуктами. Источники нефтепродуктов - поступление химических компонентов буровых растворов, используемых при ведении буровых работ на этапе открытия новых месторождений-супергигантов углеводородного сырья: Самотлорское, Мамонтовское, Федоровское и др.

При переходе половодья в летне-осеннюю межень величина pH становится нейтральной, что объясняется увеличением количества воды в р. Обь, разбавляющей поступившие в нее загрязнители, а также перераспределением отдельных солей между водой и донными отложениями. Данное предположение подтверждается увеличением величины минерализации (с 0,2 г/л в зимнюю межень до 0,3 г/л в половодье и летне-осеннюю межень).

На пункте наблюдения г. Салехард в период с 1964 по 1984 года средние значения pH увеличиваются в ряду зимняя межень-половодье-летне-осенняя межень: 7,04-7,34. Вода становится слабощелочной. Величина общей минерализации уменьшается от 0,18 до 0,11 г/л.

В период с 2010 по 2015 года увеличиваются масштабы добычи углеводородного сырья в ХМАО-Югре и ЯНАО. Характерными значениями pH в зимнюю межень является 6,6 (слабокислая среда) возрастает до 7,37 в половодье и снижается до 6,6 в летне-осеннюю межень, что также отражает более устойчивое загрязнение вод р. Обь на территории ХМАО-Югры.

В пункте наблюдений г. Салехард на удалении от территории ХМАО-Югры величина pH отражает нейтральную среду, что связано с процессами самоочищения реки. Этот процесс происходит на протяжении 865 км русла реки.

Таким образом, на этапе самоочищения происходят различные химические процессы, сопровождающиеся образованием нерастворимых в воде соединений, переходящих в донные отложения, что проявляется в уменьшении минерализации воды.

#### Литература

1. Забела К.А. Безопасность пересечений трубопроводами водных преград. М.: Недра-Бизнесцентр. 2001. 195 с.
2. СП 33-101-2003 Определение основных расчетных гидрологических характеристик.

### **ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗОНИРОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ НОВОЙ МОСКВЫ)**

**А.С. Гусева, С.А. Устинов, В.А. Петров**

Научный руководитель: чл.-корр. РАН В.А. Петров

***Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии  
РАН, Москва, Россия***

В современном мире учёные сталкиваются с большими массивами данных, на обработку и интерпретацию которых требуется определённое количество времени. Однако, использование современных компьютерных технологий, а именно ГИС-технологий, которые в настоящее время активно применяются в науке, позволяет проанализировать большое количество информации, получив достоверные результаты и наглядные карты и картосхемы. Повсеместное использование геоинформационных систем (ГИС) объясняется их простотой и доступностью. В данной работе для проведения исследования была использована геоинформационная система Quantum GIS (QGIS). Благодаря её применению стало возможным проведение геоэкологического зонирования территории Новой Москвы. «Новая Москва» — это проект расширения границ территории «старой» Москвы. С 1 июля 2012 года территория Москвы увеличилась в 2 раза за счёт присоединения юго-западной части Московской области.

В данной работе рассматриваются только присоединенные территории, так как ранее подобных исследований для территории Московской области (куда ранее входила новая территория Москвы) не проводилось. Поэтому, проведение геоэкологического зонирования исследуемой площади является значимым, в связи с дальнейшей застройкой и заселением территории. В представляемой работе авторы под геоэкологическим зонированием понимают выделение на территории участков с наиболее и наименее благоприятной геоэкологической обстановкой. Зонирование проводилось на основе анализа геологических и радиогеоэкологических факторов. Под геологическими факторами подразумевается проявление опасных экзогенных геологических процессов, таких как карст в совокупном рассмотрении с территориями, потенциально опасными по проявлению карстово-суффозионных процессов, суффозия, оползни, подтопление, а также зона

динамического влияния крупного неотектонического разлома, проходящего через центр территории. В качестве радиогеоэкологических факторов рассматривались площади максимального содержания радионуклидов (уран, торий, калий-40, цезий-137).

Основой работы послужил обширный картографический материал: геологические и гидрогеологические карты Московской области, включая приложения (неотектоническая схема, карта площадей неглубокого залегания карбонатных пород), карты рельефа и цифровая модель рельефа, карты аэрогамма-спектрометрической съёмки, карта геологических процессов и явлений города Москвы.

Для анализа имеющегося материала применялось следующее программное обеспечение: 1. ГИС ИНТЕГРО - специализированная геоинформационная система, разработанная во ВНИИГеосистем. Использовалась для пространственной привязки имеющихся карт и схем в единой системе координат. 2. Adobe Photoshop CS3 - графический редактор, применялся для подготовки к обработке растровых материалов, удаления ненужных деталей, изменения интенсивности цветов, толщины и четкости контуров линий для удобства дальнейшей векторизации. 3. Quantum GIS (QGIS) - свободно распространяемая геоинформационная система, применялась для векторизации необходимой информации с привязанных растровых карт и схем. 4. SASPlanet - информационная картографическая система, позволяющая совместно анализировать и загружать карты из различных открытых источников с файлами привязки. Программа использовалась авторами для получения рельефной карты, охватывающей изучаемую территорию, для проведения линеamentного анализа. 5. Golden Software Surfer 9 - ГИС, работающая с данными на основе сеточного файла (GRID), использовалась для создания сводных карт геоэкологических рисков, а также для проведения линеamentного анализа объекта [1].

Применение ГИС-технологий позволило построить серии карт геоэкологического районирования Новой Москвы, а также создать карту рекомендаций по размещению объектов инфраструктуры и осуществить линеamentный анализ.

Анализ геологических и радиогеоэкологических факторов позволил построить две серии карт: первая - карты интенсивности проявления того или иного экзогенного геологического процесса, и их совокупного влияния; вторая - карты совокупного наложения максимальных значений рассматриваемых радионуклидов.

Схема построения карт была единой. На первом этапе в ГИС ИНТЕГРО осуществлялась географическая привязка необходимых растровых материалов к единой системе координат, а затем посредством инструмента QGIS происходила векторизация необходимой информации. Для каждого созданного объекта в QGIS автоматически создаётся атрибутивная таблица, которая может содержать в себе различную информацию об объекте. Для проведения данного исследования в атрибутивную таблицу вносились координаты объекта, а также баллы, отображающие его геоэкологическую опасность. Авторами были разработаны критерии для проведения геоэкологического зонирования территории [2]. Далее имеющиеся атрибутивные таблицы были экспортированы в Surfer, благодаря которым стало возможно создание сеточных GRID-файлов, на основе которых строились карты, отображающие районы с наименее благоприятной обстановкой.

Как уже было сказано выше, благодаря использованию ГИС-технологий была получена схема линеamentной сети территории Новой Москвы. Такое исследование для рассматриваемой площади проводилось впервые. Проведение линеamentного анализа осуществлялось на основе создания цифровой модели рельефа (ЦМР), которая была построена с помощью программного продукта Surfer. В качестве фактического материала для ЦМР использовались данные спутниковой съёмки SRTM. Проекция построенной ЦМР в горизонтальную плоскость была проанализирована с помощью QGIS, и составлена схема линеamentной сети территории. Стоит отметить, что линейные структуры оказывают геохимическое, деформационное воздействие на окружающую среду. В связи с этим, данная часть исследования имеет важное значение для геоэкологического зонирования.

Благодаря применению ГИС-технологий удалось сопоставить и проанализировать участки наложения максимального проявления геологических и радиогеоэкологических факторов (что не совсем корректно), однако, это позволило создать карту рекомендаций по размещению объектов инфраструктуры на территории Новой Москвы.

Итогом применения ГИС-технологий для геоэкологического зонирования территории Новой Москвы стали две карты: карта совокупного проявления экзогенных геологических процессов и неотектонического разлома на территории Новой Москвы (рис. 1) и карта совокупного наложения максимальных значений К, U, Th, Cs и мощности экспозиционной дозы (рис. 2).

Построенные карты были проанализированы, и выделены зоны с наиболее и наименее благоприятной геоэкологической обстановкой. Отмечено несколько зон с неблагоприятной обстановкой, в которые попадают населенные пункты. Наименее благоприятными являются долины рек Моча, Пахра, Десна, расположенные в центре объекта (включая д. Городок, д. Ботаково, д. Бабенки, д. Голохвастово, д. Ширияево, д. Губцево, д. Клоково) а также юг территории, включая долину р. Черничка (д. Рождественно и д. Круча).

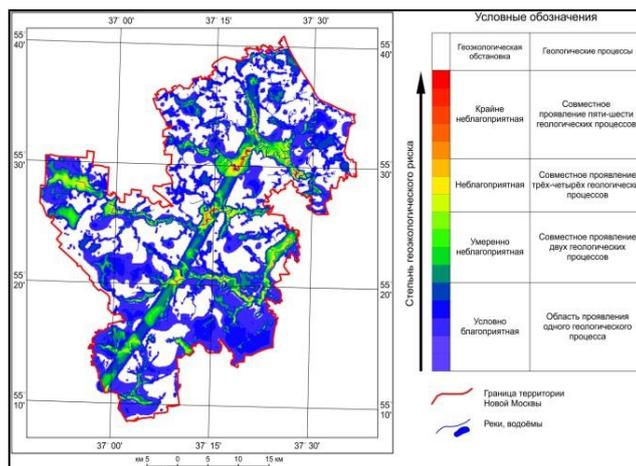


Рис. 1. Карта совокупного проявления экзогенных геологических процессов и неотектонического разлома на территории Новой Москвы

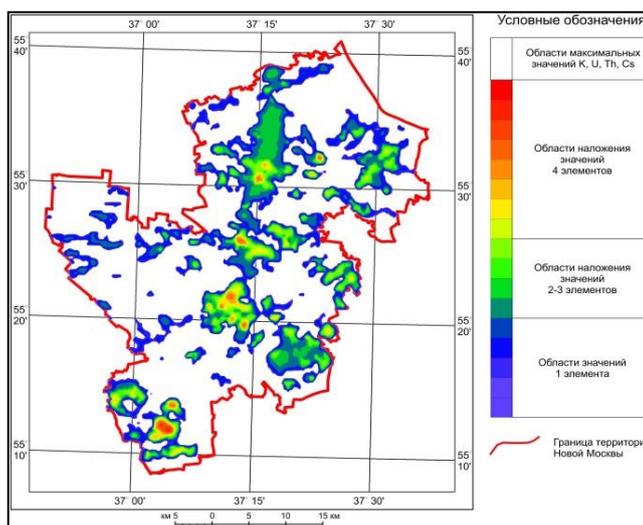


Рис. 2. Карта совокупного наложения максимальных значений K, U, Th, Cs и экспозиционной дозы

#### Литература

1. Гусева А.С., Устинов С.А., Петров В.А., Игнатов П.А. Геоэкологическая оценка опасных геологических процессов в пределах территории Новой Москвы с использованием ГИС-технологий // Геоинформатика. - 2017. - № 2. - С. 21-29.
2. Гусева А.С., Устинов С.А., Петров В.А., Игнатов П.А. Оценка геоэкологического состояния Новой Москвы на основе геоинформационного анализа распространения опасных геологических процессов / Новое в познании процессов рудообразования: Шестая Российская молодёжная научно-практическая Школа, Москва, 28 ноября - 02 декабря 2016 г. Сборник материалов - Электрон. дан. (1 файл: 37 Мб) - М.: ИГЕМ РАН. - 2016. - С. 95-98

### ИЗУЧЕНИЕ КРОВИ ЧЕЛОВЕКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СКАНИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ

А.В. Дементьева

Научный руководитель старший преподаватель Д.В. Наркович

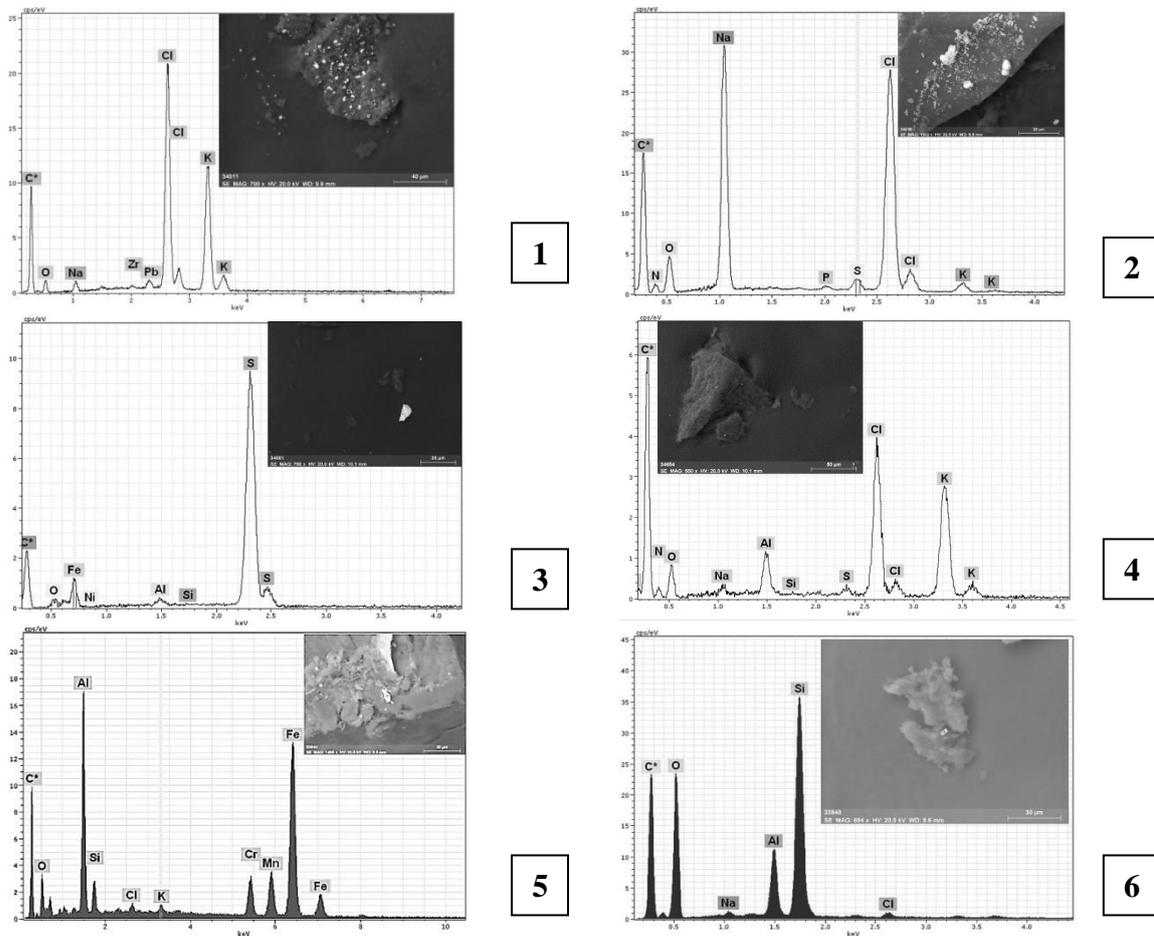
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время исследование минералообразования крови приобретают все больший резонанс в связи с увеличившимся в последние годы процентом патогенного образования минералов в кровеносных сосудах и сердечных клапанах при атеросклерозе - заболевании, связанном с осаждением солей кальция в сосудах.

Минералообразование в кровеносных сосудах, сердечных клапанах и других системах организма связано с целым рядом факторов как экзогенного характера, так и эндогенного [2, 4]. Но, если ранее предполагалось, что минералы образуются в тканях, а кровь лишь транспортирует отдельные элементы, то теперь установлено, что образование минералов происходит в самой плазме крови, представляющей собой воду с содержанием солей и

белков. Доказано, что первичные нанокристаллы гидроксипатита, образованные в крови, могут принимать участие в минерализации сердечных клапанов и сосудов [6, 7].

В работе рассматривается минеральный состав сухого вещества крови жителей н.п. Наумовка, Зырянское Томской области и н.п. Аргаяш Челябинской области. В данных образцах крови ранее по данным нейтронной активации (ИНАА) были установлены повышенные содержания металлов, радиоактивных и ряда редкоземельных элементов. Пробы осознанно были выбраны с разных территорий для поиска отличий, обусловленных природными и техногенными эколого-геохимическими особенностями территории проживания. На рассматриваемых территориях н.п. Наумовка, Зырянское локализуются проявления бурого угля, цирконий-ильменитовых песков и ряда других полезных ископаемых. На территории Зырянского района Томской области находится месторождения щелочно-земельного бентонитово глино-кирпичного сырья, строительных песков и бурого угля [5, 8]. Поселок Наумовка расположен в северо-восточном направлении от г. Томска и находится в зоне влияния СХК, непосредственно прилегая к следу от радиационной аварии на этом объекте в 1993 г. [7]. Из природных источников поступления химических элементов в организм человека можно отметить ряд месторождений полезных ископаемых, в т.ч. бурый уголь, строительные грунты, кварцевый песок, глина кирпичная, кроме того, на территории поселения располагаются участки недр потенциально богатые цирконий-титановыми минералами [9].



**Рис 1 СЭМ-микрофотографии образцов и спектры содержания некоторых химических элементов в составе сухого вещества крови жителей: 1-2 н. Зырянское Томской области, 3-4 н. Наумовка Томской области, 5-6 н. Аргаяш Челябинской области. Предполагаемые минералы: 1 - Псевдокотуннит  $K_2PbCl_4$ ; 2 - гидрогалит  $NaCl \cdot 2(H_2O)$ ; 3 - Пирит  $FeS_2$ ; 4 - Светит  $KAl_7(NO_3)_4(OH)_{16}Cl_2 \cdot 8H_2O$ ; 5 - Герцинит  $Fe^{2+}Al_2O_4$ ; 6 - Содалит  $Na_8(Al_6Si_6O_{24})Cl_2$ .**

Поселок Аргаяш находится в районе расположения предприятия ядерно-топливного цикла, известного как ПО «Маяк». В 1957 году на этом объекте произошла тяжелейшая радиационная авария. При этом загрязнение распространилось на значительную территорию, которая была отнесена к зоне экологического бедствия [3]. Кроме того, на территории Аргаяшского района находятся месторождения песка, глины, камня, золотой руды.

Образцы крови, высушенные до постоянной массы при температуре 50-60 °С, были изучены с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Исследование осуществлялось на сканирующем электронном микроскопе S-3400N фирмы Hitachi с приставкой для микроанализа BrukerXFlash 4010 в лаборатории МИНОЦ «Урановая геология» на базе отделения геологии ТПУ при консультации ассистента С.С. Ильенка.

На рисунке 1 представлены микрофотографии и спектры некоторых частиц, обнаруженных в выбранных для исследования образцах крови жителей н.п Зырянское, Наумовка и Аргаяш. Структура частиц разнородная. Для пробы крови жителя п. Зырянское Томского района состав обнаруженных частиц имеет преимущественно галоидную природу. Определены гидрогалит, сильвин, псевдокотуннит с микровключениями циркона (рис. 1, спектр 1), имеются примеси Al, P. Содержание редкоземельных элементов в повышенных количествах на территории Зырянского района подтверждается данными по изучению состава волос населения [1, 11].

Среди микроминералов в сухом веществе крови жителя п. Наумовка Томского района обнаружены: сильвин, мусковит, анортоклаз, бунзенит, бухвальдит, марказит. В целом, состав более разнообразный, чем в пробе из п. Зырянское. Минеральный состав сухого вещества крови жителя п. Аргаяш Челябинской области включает в себя предположительно кристобалит, каолинит, изоклазит, канафит, брушит, то есть в основном силикаты и карбонаты с примесью алюминия, железистые и магний-содержащие минералы, также имеются включения Sr, Mn. Кровь детей п. Аргаяш Челябинской области содержит большее количество металлов (рис. 1, спектры 5 и 6) в сравнении с кровью детей Зырянского и Наумовского поселений Томской области. Это подтверждается и результатами ИНАА по элементному составу сухого остатка крови жителей Челябинской области (отмечаются высокие содержания следующих элементов - Sc, Fe, Cr, Zn, Br, Sb, Rb, Sr). Можно предположить, что на состав данной ткани оказывает значительное влияние имеющийся природный геохимический фон, поэтому кровь жителей Челябинской области в большей степени отражает особенности своего железорудного региона [10].

В результате исследования были получены первые данные о минеральном составе крови человека на выбранных территориях. Состав минеральных частиц различен и дифференцирован относительно места проживания людей. Именно эколого-геохимические особенности территории проживания, будь то природно- или техногенно-обусловленные, на наш взгляд, являются определяющим фактором при формировании микроминералов крови по результатам наших исследований. В целом можно отметить разнообразие в минеральном составе крови.

#### Литература

1. Барановская Н. В. Элементный состав биологических материалов и его использование для выявления антропогенно-измененных территорий: На примере южной части Томской области: Дисс. ... канд. биол. наук. - Томск, 2003г. - 209 с.
2. Биосовместимые материалы: Учебное пособие / Под ред. В.И. Севастьянова, М.П. Кирпичникова. - М.: ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство», 2011. - 544 с.
3. Булатов В.И. Россия радиоактивная. - Новосибирск: ЦЭРИС, 1996. - 272 с.
4. Голованова О. А., Солодянкина А. А. Кристаллизация фосфатов кальция из растворов, моделирующих состав плазмы крови человека // Бултеровские сообщения, 2013. - Т. 36. - № 11. - С. 104 - 110.
5. Информационный портал Томскинвест. [Электронный ресурс] URL: <http://www.tomskinvest.ru/zyrjanskij.html> (дата обращения 01.01.2018).
6. Ларионов П.М., Титов А.Т., Зайковский В.И. Бактериальная минерализация клапанов сердца человека // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2015. - № 9-4. - С. 655 - 660.
7. Mambo N.C., Silver M. D., Brunsdon D.F. Bacterial endocarditis of the mitral valve associated with annual calcification // Canadian Med. Assoc. Journal, 1978. - Vol. 119. - № 4. - P. 323 - 326.
8. Товики, описание города Томска и области. [Электронный ресурс] URL: <http://towi.ru/view/%D0%97%D1%8B%D1%80%D1%8F%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5> (дата обращения 01.01.2018).
9. Официальный сайт муниципального образования «Наумовское сельское поселение». [Электронный ресурс] URL: <http://naumovka.tomsk.ru/nature.html> (дата обращения 01.01.2018).
10. Очерки геохимии человека : монография / Н.В. Барановская, Л.П. Рихванов, Т.Н. Игнатова и др. ; Томский политехнический университет. - Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2015. - 378 с.
11. Швецова Д.В. Элементный состав волос детей Зырянского района Томской области // Проблемы геологии и освоения недр : труды XII Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 100-летию первого выпуска горных инженеров в Сибири и 90-летию создания Сибгеолкома в России / Томский политехнический университет (ТПУ), Институт геологии и нефтегазового дела (ИГНД). - Томск: Изд-во ТПУ, 2008. - С. 733-735

### МИНЕРОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КРОВИ ЖИТЕЛЕЙ ТЕРРИТОРИЙ С РАЗЛИЧНОЙ ДОЗОВОЙ НАГРУЗКОЙ

<sup>1</sup>М.Т. Джамбаев, <sup>2</sup>Ю.Ю.Брайт

Научный руководитель профессор Н.В. Барановская

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

<sup>2</sup>Научный исследовательский институт радиационной медицины и экологии,  
г. Семей, Казахстан

Применение биосубстратов человека для оценки состояния окружающей среды в условиях хронического воздействия предприятий атомной промышленности и испытательных полигонов ядерного оружия представляется преимущественным по ряду причин. Во первых, биосубстраты чутко реагируют на изменение состояния окружающей среды, в то время как в объектах окружающей среды не всегда удастся выявить загрязнение. Во

вторых, применение биосубстратов наряду с оценкой радиоэкологического состояния территории дает возможность выявить его взаимосвязь со здоровьем человека.

Как известно из многочисленных исследований в области медицинских наук, кровь человека обладает специфическим свойством отражения изменений, происходящих в организме человека в целом [2,5]. Это свойство крови человека успешно используется не только в практической медицине. Индикаторные свойства этого биосубстрата используются учеными в совершенно разных отраслях науки, таких как история, археология, криминалистика и др.

**Материалы и методы.** Исследования были проведены в населенных пунктах, прилегающих к территории Семипалатинского испытательного ядерного полигона (СИЯП) (Таблица 1). Населенные пункты были сгруппированы по зонам радиационного риска, установленным согласно Закону Республики Казахстан от 18 декабря 1992 года № 1787-ХІІ «О социальной защите граждан, пострадавших вследствие ядерных испытаний на Семипалатинском испытательном ядерном полигоне» [6]. Объектом нашего исследования была кровь населения. В каждом исследуемом населенном пункте было отобрано от 5 до 10 проб крови. Основным критерием при выборе респондентов был факт проживания на исследуемой территории не менее 10 лет. Также было обращено внимание на отсутствие хронических заболеваний у респондентов. В результате было отобрано 60 проб крови. Кровь отбиралась только с информационного согласия респондентов.

Для определения элементного состава крови был применен инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА). Анализ проводился на исследовательском ядерном реакторе ИРТ-Т в лаборатории ядерно-геохимических методов исследования кафедры полезных ископаемых и геохимии редких элементов Томского политехнического университета (аналитик: с.н.с. Судыко А.Ф.).

**Результаты и обсуждение.** Территория, прилегающая к бывшему Семипалатинскому испытательному ядерному полигону, характеризуется как регион с неравномерной дозовой нагрузкой на окружающую среду и на организм человека [1].

В таблице 1 представлены уровни коллективных дозовых нагрузок населения исследуемых территорий. Фоновой территорией принят населенный пункт Кокпекты, который отнесен к минимальной зоне радиационного риска, с дозовой нагрузкой от 0,1 до 7 сЗв (таб. 1).

Таблица 1

Уровни дозовых нагрузок населения, проживающего на исследуемых территориях

№№	Исследуемый населенный пункт	Район	Зона радиационного риска	Доза воздействия на население за весь период испытания
1	Саржал	Абайский	чрезвычайная	свыше 100 сЗв
2	Бодене	Бескарагайский		
3	Долонь			
4	Караул	Абайский	максимальная	от 35 до 100 сЗв
5	Медеу			
6	Канонерка	Бескарагайский	повышенная	от 7 до 35 сЗв
7	Новопокровка	Бородулихинский		
8	Зенковка			
9	Кокпекты	Кокпектинский	минимальная	от 0,1 до 7 сЗв



Рис. 1 Сравнение элементного состава крови было проведено по суммарному показателю накопления

В результате проведенного инструментального нейтронно-активационного анализа в крови жителей исследуемых населенных пунктов, были измерены концентрации 28 химических элементов: Na, Ca, Sc, Cr, Fe, Co, Zn, As, Br, Rb, Sr, Ag, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Hf, Ta, Au, Th, U. Концентрации таких элементов как Sc, Sr, Ag, Sb, Cs, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Hf, Ta в 50 % случаях были ниже или на уровне предела обнаружения.

Сравнение элементного состава крови было проведено по аддитивному показателю - сумме концентраций всех элементов, определяемых методом ИНАА (Рисунок 1).

**СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.**

Применение такого рода показателя позволяет исключить некоторые индивидуальные факторы накопления химических элементов, позволяя тем самым увидеть территориальные особенности накопления химических элементов в организме человека [2]. Так, было установлено, что сумма концентраций 28 химических элементов прямо пропорциональна коллективным дозам облучения населения (Рис1). Следует отметить, что между суммой концентраций накапливаемых элементов в крови жителей повышенной и контрольной зоны не было разницы. Суммы концентраций химических элементов накапливаемых в крови населения чрезвычайной зоны 29,1 раз превышает этот показатель для населения максимальной зоны радиационного риска.

При изучении биогеохимических рядов накопления химических элементов, построенных относительно общего среднего по выборке, было установлено, что для элементного состава крови жителей чрезвычайной зоны характерны накопления таких элементов как Се, Nd, Та. При этом уровни накопления Се были аномальны в крови жителей таких населенных пунктов как Бодене и Долонь. Биогеохимические ряды накопления химических элементов в крови жителей максимальной зоны риска не имели общую характерность. В крови жителей населенного пункта Зенковка, относящегося к повышенной зоне риска, отмечено аномальное накопление U.

**Таблица 2**

**Биогеохимические ряды накопления химических элементов в крови жителей территорий с различной дозовой нагрузкой**

Чрезвычайная зона	Бодене	<b>Ce<sub>68,8</sub> Sm<sub>64,5</sub>Eu<sub>13,6</sub>La<sub>12,1</sub>Th<sub>9,8</sub>U<sub>9,6</sub>Nd<sub>4,2</sub>Cr<sub>3,7</sub>Tb<sub>2,7</sub>Ta<sub>2,3</sub>Co<sub>2,3</sub>Hf<sub>1,9</sub>Br<sub>1,8</sub>As<sub>1,6</sub>Cs<sub>1,6</sub></b>
	Долонь	<b>Ce<sub>11,0</sub> Sm<sub>10,1</sub>Nd<sub>2,6</sub>Cr<sub>2,5</sub>La<sub>2,0</sub>Cs<sub>1,8</sub> Ta<sub>1,8</sub> Eu<sub>1,7</sub></b>
	Саржал	<b>Co<sub>2,3</sub>Ta<sub>2,0</sub>Ba<sub>2,0</sub> Ce<sub>1,9</sub>Sb<sub>1,8</sub>Nd<sub>1,7</sub></b>
Максимальная зона	Канонерка	Ta <sub>2,9</sub> Nd <sub>2,0</sub> Cs <sub>1,7</sub> Br <sub>1,6</sub>
	Новопокровка	Lu <sub>2,2</sub> Ba <sub>1,7</sub> Sc <sub>1,5</sub> Eu <sub>1,5</sub> Yb <sub>1,5</sub>
	Медеу	Tb <sub>3,8</sub> Ta <sub>3,2</sub> Nd <sub>2,0</sub> Co <sub>1,6</sub>
	Караул	Co <sub>2,6</sub> Br <sub>1,7</sub>
Повышенная зона	Зенковка	<b>U<sub>10,1</sub>Ca<sub>2,5</sub>As<sub>2,3</sub>Sr<sub>2,3</sub>Au<sub>2,2</sub>Co<sub>1,7</sub>Tb<sub>1,5</sub></b>
Минимальная зона	Кокпекты	Yb <sub>1,4</sub> Ag <sub>1,3</sub> Hf <sub>1,2</sub> Fe <sub>1,1</sub> Rb <sub>1,1</sub>

Изучение минеральных форм химических элементов в крови человека проводилось в МИНОЦ «Урановая геология» при кафедре геоэкологии и геохимии ТПУ на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) Hitachi S-3400N с ЭДС Bruker X@Flash 4010/5010 для проведения рентгеноспектрального анализа. Для этого применялись порошковые препараты, изготовленные при высушивании крови при температуре +60°С в течении 2 часов. В результате в изученных пробах крови были обнаружены микроминералы, такие как кальцит, оксид железа, алюмосиликаты. В пробах крови с аномальной концентрацией La, Се были обнаружены микроминералы содержащие данные элементы. Встречаемость данных микроминералов в составе одной пробы крови составляет 85-96 % (30 определений на одну пробу крови), что позволило сделать вывод о характерности таких микроминералов для состава изучаемых проб крови.

Таким образом, в результате проведенных исследований было установлено, что сумма концентраций 28 химических элементов прямо пропорциональна коллективным дозам облучения населения проживающего на территориях прилегающих к СИЯП. Для крови населения проживающего в чрезвычайной зоне риска характерны повышенные концентрации ряда редкоземельных элементов. При этом, аномальные концентрации таких элементов как La, Се способствуют их нахождению в форме микроминеральных включений в составе крови человека.

**Литература**

1. Актуальные вопросы радиоэкологии Казахстана. Вып.1, изд.2. Радиоэкологическое состояние "северной" части территории Семипалатинского испытательного полигона. Институт радиационной безопасности и экологии НЯЦ РК. Рецензенты: М.С. Панин, В.П. Солодухин. Павлодар, "Дом печати", 2011.
2. Барановская Н.В., Ильинских Н.Н., Ильинских Е.Н., Трущенко Е.В. Содержание химических элементов в крови человека как индикатор состояния окружающей среды и их влияние на здоровье.// Актуальные проблемы медицины и биологии: Сборник научных работ. - вып.2.- Томск: СГМУ, 2003.- С.142 - 146.
3. Biological Monitoring of Metals. / C.G. Elinder, L. Freiberg et al. -Geneva : WHO, 1990. 80p.
4. Scanning Microscopy for Nanotechnology. Techniques and Applications / R. Anderhalt, P. Anzalone, Mo Zhu и др.; под ред. Weili e Zhou, Zhong Lin Wang,. - 3 изд. - Moskow: Лаборатория знаний, 2015.
5. Trace element analysis of human blood serum by neutron activation analysis. / H. Nakahara, Y Nagame, Y Yoshizowa at oth.// J. of Radioan. Chem., Vol. 54, № 1 2 (1979). - P. 183 - 190.
6. Интернет-ресурс: <http://online.zakon.kz/> Закон Республики Казахстан от 18 декабря 1992 года № 1787-ХІІ О социальной защите граждан, пострадавших вследствие ядерных испытаний на Семипалатинском испытательном ядерном полигоне.

**ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА НА ТЕРРИТОРИИ  
РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ**

**Е.Е. Дойникова**

Научный руководитель к.г.н., доцент Л.В. Хышектеуева  
*Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ, Россия*

В обстоятельствах растущей антропогенной перегрузки природных ландшафтов, сохранение природных резерватов является неотъемлемой частью стабилизации и поддержания экологического баланса на территории Республики Бурятия. В текущий период времени в республике функционирует сеть ООПТ включающая заповедники, национальные парки, природные парки, заказники и памятники природы, формирующие экологический каркас. Наличие сети ООПТ является эффективным способом в сохранении естественного разнообразия флоры и фауны региона.

Термин «каркас» с французского языка означает «carcasse» - скелет. Это понятие используют в разных направлениях научной деятельности, особенно в географии, экологии и биологии. Первым кто использовал понятие экологического каркаса, который представляет собой систему природных комплексов особой экологической ответственности упоминает в своей работе В.В. Владимирова, он под ЭК узлы и оси сосредоточения наибольшей экологической активности, в соответствии с которым, рекомендует проводить урбоэкологическое зонирование территории [4].

Формирование экологического каркаса Бурятии начинается с 29 декабря 1916 г. когда был основан первый в России заповедник Баргузинский. Основным импульсом для организации заповедника послужило то, что в конце XIX - начале XX веков, в России существенную часть прибыли приносила торговля пушниной. Для изучения потенциальных зон обитания баргузинского соболя были сформированы «соболиные» экспедиции 1913-1915 гг. в Сибирь и на Камчатку.

Экспедиция, возглавляемая Г.Г. Доппельмайром обследовала территорию Подлеморья (п-ов Святой Нос, озеро Фролиха). Помимо Г.Г. Доппельмайра, в экспедиции также участвовали К.А. Забелин, З.Ф. Сватош, А.Д. Батурин, Д.Н. Александров. Целых два года с 1914-1916 гг. в суровых таежных условиях учёные вели серьёзную изыскательскую работу по изучению баргузинского соболя. Основываясь на результаты «соболиной» экспедиции Иркутский генерал-губернатор 17 мая 1916 г. постановил организовать Баргузинский заповедник. В том же году 29 декабря этот документ утвердило Правительство России.

Чуть севернее от заповедника был создан «казённый эксплуатационный участок» для того чтобы «разработать на опыте основы правильного хозяйства... создать у местного населения навыки к правильному ведению охоты на соболя» (Г.Г. Доппельмайр, 1926). Изначально площадь заповедника и казённого охотничьего участка составляла 500 000 га. С даты основания Баргузинского заповедника изменилась его площадь, границы, но центральная часть - «ядро» - оставалось неизменным.

После того как экспедиционные работы были окончены управлять территорией заповедника откомандировали К.А. Забелина. Константин Алексеевич Забелин являлся директором вплоть до 1924 года, а обязанности его помощника исполнял З.Ф. Сватош, который в 1915 году фактически был директором до прибытия с полномочиями Забелина.

После десяти лет усердной охранной деятельности заповедника был достигнут успех по сохранению соболя. Баргузинский соболь заселил восточные склоны Баргузинского хребта, а на западных склонах ареал его обитания достиг побережья озера Байкал. Уже к 1934 году соболь заселил все пригодные для обитания территории. Но численность соболя еще не была до конца восстановлена. Сегодня баргузинский соболь не является исчезающим видом и ареал его обитания значительно расширился.

13 февраля 2017 г. Приказом министра природных ресурсов и экологии Российской Федерации Баргузинскому государственному природному биосферному заповеднику было присвоено имя Константина Алексеевича Забелина.

В качестве природных «ядер» выступают строго охраняемые природные территории, которые формируют экологический каркас (например, заповедники и заповедные зоны национальных парков). Центральные (ядерные) территории соединены между собой ООПТ с менее строгим режимом охраны природы. Так вместе с территориями ограниченного природопользования образуются локальные сети ООПТ с единым управлением. В зарубежных странах синонимом экологического каркаса является термин «ecologicalnets» - экологические сети [5].

Экологический каркас включает в себя как естественные природные системы, так и антропогенно модифицированные части каркаса. В Республике Бурятия в качестве природных «ядер» выступают ООПТ заповедников (Баргузинский, Байкальский, Джергинский), которые могут быть связаны между собой иными ООПТ (федеральными, региональными заказниками и памятниками природы). Ядрами искусственной (антропогенной) части каркаса являются все виды поселений: города, поселки, промышленные узлы и связывающие их коммуникационные системы. В местах соединения природных и антропогенных частей ЭК образуются территории с ограниченным природопользованием (буферные зоны ООПТ, сельхозугодья - пастбища, сенокосы).

Помимо заповедников базовыми структурами экологического каркаса выступают национальные парки (Забайкальский национальный, Тункинский), заказники как федерального (Фролихинский, Кабанский, Алтачейский), так и регионального значения, а также памятники природы.

Создание ООПТ в Бурятии в свое время основывалось на сохранении животного и растительного мира, уникальности ландшафтов территории. В ходе интенсивного освоения территорий людьми становится актуальной

## СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.

проблема создания экологических коридоров для миграции живого вещества между ООПТ. Так становится актуальной проблема охраны путей миграции и мест сезонных концентраций птиц и зверей, участки реликтовых лесов, водно-болотных угодий, степных и лесостепных ландшафтов, местообитания редких видов животных и растений, орнитологических территорий. Поддержание единства каркаса происходит за счет соединения в единую сеть разрозненных резерватов при помощи крупных рек, точечных Памятников природы, защитных лесопосадок, долин малых рек и др. Все это обеспечивает перемещение подвижных компонентов природы из одной сердцевины территории (заповедники, национальные парки, заказники) в другую.

Таблица

*Государственные природные заповедники Республики Бурятия*

№	Название ООПТ	Район	Год создания	Экологическая зона БПТ	Примечания
1	Баргузинский	Северо-Байкальский	1916	ЦЭЗ	биосферный (1986), площадь биосферного полигона 111146 га
2	Байкальский	Кабанский, Джидинский, Селенгинский	1969	ЦЭЗ	биосферный (1986)
3	Джержинский	Курумканский	1992	БЭЗ	

БПТ - Байкальская природная территория; ЦЭЗ - центральная экологическая зона; БЭЗ - буферная экологическая зона.

Республика Бурятия имеет крупный потенциал для создания ООПТ. К перспективным районам, которым требуется уделить особое внимание при создании новых ООПТ, можно отнести северные и южные территории республики. Северные районы являются наиболее хрупкими и при интенсивном освоении недр, которое можно наблюдать в Муйском, Баунтовском эвенкийском, Северобайкальском районах могут утратить свой живописный ландшафт и биологическое разнообразие. В южных районах, на наш взгляд, требуется создание ландшафтных заказников, которые могли бы сохранить степи и лесостепи от возрастающей хозяйственной деятельности человека.

Удивительные ландшафты региона от морского на Байкале, степного, таежного и горно-таежного на склонах гор, до тундрового и альпийского на вершинах хребтов с богатой историей, разнообразным животным и растительным миром создают географические предпосылки для формирования широкой сети ООПТ вокруг озера Байкал. Именно поэтому рядом с озером Байкал начал свою работу первый в России заповедник, который дал старт всему заповедному делу страны.

### Литература

1. Об особо охраняемых природных территориях : федеральный закон Российской Федерации от 14 марта 1995 г. №33-ФЗ// Собрание законодательства Российской Федерации. - 1995. - № 12. - с. 1024.
2. Абалаков А. Д. Заповедники и национальные парки Байкальского региона в свете современной концепции развития системы особо охраняемых природных территорий России / А. Д. Абалаков // Известия ИГУ. «Науки о Земле». - 2012. - №1. - С. 16-37.
3. Алаев Э.Б. Биосферный каркас и урбанизированные зоны / Э.Б. Алаев // Физико-географические аспекты изучения урбанизированных территорий: тезисы докладов научной конференции. - Ярославль, 1992. - С. 5.
4. Владимиров В.В. Расселение и окружающая среда / В.В. Владимиров. - Москва : Стройиздат, 1982. - 228 с.
5. Кавалюскас П. Системное проектирование сети особо охраняемых территорий / П. Кавалюскас // Геоэкологические подходы к проектированию природно-технических геосистем. - Москва: ИГ АН СССР, 1985. - С. 145-153.
6. Колбовский Е. Ю. Ландшафтное планирование : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Е. Ю. Колбовский. - Москва : Издательский центр «Академия», 2008. - 336 с.
7. Реймерс Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. - Москва: Мысль, 1990. - 637 с.

## ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА КРОВИ ЧЕЛОВЕКА В РЕГИОНАХ РОССИИ

**М.И. Донченко**

Научный руководитель старший преподаватель Наркович Д.В.

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск*

Кровь является самовосстанавливающейся и быстро меняющейся системой организма, которая каждый день подвержена влиянию естественных и техногенных химических элементов, характерных для определенной местности. Кровь отражает физиологическое состояние организма, свидетельствует о его здоровья или, напротив, о каких-либо сбоях в его функциях [3]. В человеческом организме можно найти все химические элементы, кроме того химические элементы имеют свойство накапливаться в организме человека при определенных условиях

окружающей среды. Многие элементы, накопленные в избыточном количестве, могут оказывать негативное влияние на здоровье не только человека, но и давать определенные последствия для будущих поколений [1, 4].

В связи с этим в работе проведен анализ уровней содержания химических элементов в имеющихся пробах крови с данными справочной литературы, которые можно считать физиологической нормой для человека (по данным справочника [1]).

Наши исследования базируются на материале, отобранном совместно с медицинскими работниками в период с 2002 по 2008 гг. на территориях трех областей России: Томской (276 проб), Челябинской (32 пробы), Иркутской (74 пробы). Кровь отбиралась из вены по 5 мл, затем в лабораторных условиях высушивалась в чашках Петри при температуре 50-60 °С. При этом коэффициент усушки (соответствует объему испарившейся связанной влаги) определен на уровне 0,03, что можно охарактеризовать как низкий. Это позволило нам сравнивать данные о содержании химических элементов, полученные по сухому остатку крови и данные для сырой крови.

Элементопределение в крови проводилось инструментальным нейтронно-активационным анализом, который выполнялся на исследовательском реакторе ИРТ-Т в лаборатории ядерно-геохимических методов исследования Томского политехнического университета (аналитики - с.н.с. А.Ф. Судыко, Л.В. Богутская).

По сравнению со справочной информацией, у жителей всех областей наблюдается повышенное содержание макроэлементов, а также цинка, хрома, кобальта, селена, рубидия, сурьмы, ртути (табл. 1).

Таблица

Среднее содержание химических элементов в составе крови изученных областей России (сухой вес мг/кг)

Химический элемент	Томская область	Иркутская область	Челябинская область	Содержание элементов в крови, мг/л [1]
Na	<b>7784±210</b>	<b>4986±806</b>	<b>7484±574</b>	1970
Ca	<b>572±24</b>	<b>1276±150</b>	-	90
Sc	0,006±0,0004	0,007±0,001	<b>0,13±0,004</b>	≈0,008
Cr	<b>0,85±0,14</b>	<b>3,97±0,6</b>	<b>8,68±0,3</b>	0,4
Fe	<b>2924±43</b>	<b>1340±139</b>	<b>5665±170</b>	447
Co	<b>0,06±0,005</b>	<b>0,004±0,001</b>	<b>0,3±0,005</b>	0,0002-0,04
Zn	<b>32,3±1,7</b>	<b>112±14</b>	<b>56,6±1,7</b>	1,5
As	0,67±0,03 *	< 2	-	0,0017-0,09
Se	<b>0,76±0,04 *</b>	<b>0,98±0,04</b>	<b>0,33±0,03</b>	0,171
Br	22,4±2	20,85±2,5	38,53±1,7	4,7
Rb	<b>11±0,2</b>	<b>4,9±0,5</b>	<b>10,57±0,5</b>	2,49
Sr	10,3±0,4 *	10,9±1,2	-	0,031
Ag	0,15±0,01 *	0,15±0,03 *	-	< 0,003
Sb	<b>0,07±0,01 *</b>	<b>0,04±0,008 *</b>	< 0,01	0,0033
Cs	0,04±0,002 *	< 0,003	-	0,0038
Ba	5,9±0,2 *	< 0,001	-	0,068
La	0,12±0,01	0,07±0,009	0,14±0,02	-
Ce	0,19±0,03 *	0,08±0,01 *	0,26±0,03	-
Sm	0,03±0,002 *	0,006±0,002 *	0,03±0,003	-
Eu	0,008±0,001 *	< 0,02	-	-
Tb	0,01±0,0004 *	< 0,007	0,04±0,002 *	-
Yb	0,05±0,002 *	< 0,01	< 0,03	-
Lu	0,005±0,0002 *	0,0015±0,00016 *	< 0,005	-
Hf	0,016±0,0008 *	0,03±0,003	0,09±0,005	-
Ta	0,03±0,005 *	< 0,01	< 0,01	-
Au	0,008±0,0009 *	0,15±0,005	0,01±0,001 *	<0,001
Hg	<b>0,3±0,005</b>	<b>1,7±0,4</b>	-	0,0078
Th	0,013±0,001 *	0,01±0,002	0,013±0,001 *	0,00016
U	< 0,1	0,18±0,02 *	< 0,01	5·10 <sup>-4</sup>

Примечание: прочерк - отсутствие данных; **жирным шрифтом** выделены концентрации выше справочной литературы;

\* - отмечено среднее содержание, рассчитанное по выборке со значениями выше предела определения анализа на уровне ≤50%.

По ряду компонентов превышения являются чрезвычайно высокими, что вызывает опасения о возникновении негативного эффекта для здоровья. Так, высокая концентрация натрия может вызывать развитие гипертонической болезни, интенсификацию процессов склероза; болезни почек (отеки и камни). Избыток кальция может вызывать следующие проблемы со здоровьем: гиперкальциемия которая сопровождается беспричинной тошнотой, периодической жаждой, потерей аппетита, частыми мочеиспусканиями и судорогами; мочекаменная болезнь; образование камней в почках; опухоли молочных желез и легких. Переизбыток железа может вызывать

следующие последствия: ослабление иммунной системы, избыток железа откладывается в печени, поджелудочной железе и сердечной мышце; снижает усвоение Zn; вызывает аритмию [1, 4].

Нормальное содержание для группы редкоземельных элементов не определено (табл. 1). В литературе такая оценка встречается крайне редко, зачастую просто указывается, что содержание невелико. По нашим данным для изученных территорий, в большинстве случаев уровень содержания этой группы элементов пробах крови колебался вблизи предела определения анализа (табл. 1).

Выявленные в составе крови жителей биогеохимические особенности, видимо, в большой степени обусловлены региональными особенностями изученных территорий.

Томская область очень разнообразна по природной геохимической обстановке и неравномерности техногенной нагрузки, в южном Томском районе сосредоточено большое количество предприятий, в том числе предприятие ядерно-топливного цикла Сибирский химический комбинат. В Томской области содержание в сухом остатке крови таких элементов, как кальция, хрома, цинка, селена, гафния и ртути отмечено в более низких количествах, чем в других областях, тогда как натрия и бария - в более высоких.

Максимальное содержание в крови хрома, железа, кобальта, скандия и брома, а также церия и тербия отмечается в Челябинской области. В Челябинской области также располагается предприятие ядерно-топливного цикла ПО «Маяк», обуславливающее геохимические особенности компонентов природной среды как в штатном режиме, так и после случившихся аварийных инцидентов.

Вошедшие в состав исследования населенные пункты Иркутской области расположены близко с местом проведения подземного ядерного взрыва «Рифт-3», который был произведен 31 июля 1983 г. на территории Осинского района в долине р.Обуса, а также из сельскохозяйственного района [2]. Но по результатам проведенных в 1991-2004 гг. исследований по изучению радиоэкологической обстановки вокруг места проведения взрыва не выявили отклонений от показателей, характерных в целом для региона [5].

Спектр накопления элементов в сухом остатке крови для Томской и Челябинской областей обладает некоторыми схожими чертами, отличающими его от Иркутской области, это можно проследить по содержанию натрия, железа, рубидия, тория и редкоземельных элементов - лантана, церия, самария (табл. 1). Ранее, были исследованы волосы детей, как в Томской, так и в Челябинской областях, также выявлены высокие уровни накопления La, Lu, Sm и Th [6]. Присутствие этих элементов в биологических средах в повышенных концентрациях является, на наш взгляд, следствием влияния деятельности предприятий ядерно-топливного цикла (СХК, ПО «Маяк»).

Можно подытожить, что полученные нами данные о содержании химических элементов в крови человека идут в разрез с приведенной физиологической нормой, что может быть обусловлено как раз более ярко проявляющимися изменениями в составе крови под влиянием природно-антропогенной обстановки территории.

#### Литература

1. Барашков В.А., Копосова Т.С. Химические элементы в организме человека // справочные материалы. - Архангельск, 2001. - 44 с.
2. Города и районы Иркутской области. URL: <http://www.pribaikal.ru/osa-district.html> (дата обращения: 20.12.2017).
3. Козинец Г.И., Высоцкий В.В. и др. Кровь и экология. - М.: Практическая медицина, 2007. - 432 с.
4. Лавриненко В.А., Бабина А.В. Физиология крови для студентов КРИ: Учебно-методическое пособие. - Новосибирск, 2015. - 116 с.
5. Мясников А.А., Богданов В.А., Калиновский Г.И., Черкашина А.Г. Радиоэкологическая обстановка объекта повышенной радиационной опасности ПЯВ «Рифт-3» в Осинском районе // Проблемы поисковой и экологической геохимии Сибири: Труды Всероссийской конференции. - Томск: Изд-во ТГУ, 2003. - С. 247-251.
6. Наркович Д.В. Элементный состав волос детей как индикатор природно-техногенной обстановки территории: Дисс. ... к.г.-м.н. - Томск, 2012. - 21 с.

### **ЭКОЛОГО - ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ ШЕГАРСКОГО РАЙОНА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ**

**В.Д. Доронина**

Научные руководители доцент, кандидат химических наук Н.А. Осипова, профессор, доктор биологических наук Н.В. Барановская

***Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск***

Геохимия почв является весьма специфическим разделом геохимии. Содержания химических элементов в почвах колеблется в зависимости от типа, вида ландшафтов, увлажнённости и других факторов. Таким образом, почва является хорошей депонирующей средой, которая накапливает в себе различные химические элементы. Наиболее значимую роль в геохимических и геоэкологических исследованиях играют элементы, которые являются токсикантами. Поэтому большое внимание уделяется Hg, как элементу, концентрируемому в биосфере.

В рамках геохимических исследований изучено содержание Hg в почвах приусадебных участков, сельскохозяйственных полей и лесных биогеоценозов на территории Шегарского района. Так по данным ранее проведенных исследований (1992 г.), содержание Hg в почвах Шегарского района Томской области составляет 0,1 мг/кг [6]. Также установлено содержание Hg в биологических пробах жителей Шегарского района: волосы - 20,6±0,79 нг/г, кровь - 3,18 ±0,18 нг/г, щитовидная железа - 0,64±0,23 нг/г [2,5].

Шегарский район расположен в 60 км западнее от областного центра г. Томска, имеет важное значение в области не только как крупный производитель сельскохозяйственной продукции, но и важный автотранспортный узел. Площадь Шегарского района составляет 502953 га. Из них - 231,6 тыс га - земли лесного фонда, 224,047 тыс га - земли сельхозназначения, 1,4 тыс га - земли водного фонда, 4,3 тыс га - земли населенных пунктов.

Целью было выявление различий в содержании Hg в почвах сельскохозяйственных угодий, подвергающихся обработке специальными химикатами, в почвах приусадебных участков и лесных сообществ, которые не подвергаются такой обработке. Hg является высокотоксичным элементом и ее накопление в почвах, где выращивается сельско-хозяйственная продукция, может нанести вред здоровью человека.

В ходе работы было отобрано 18 проб почвы на территории Шегарского района (рис.1, табл). Содержание ртути в пробах определялось на ртутном анализаторе «РА-915+» с пиролизической приставкой «ПИРО-915+» атомно-абсорбционным методом согласно методике ПНД Ф 16.1:2.23- 2000 [6].

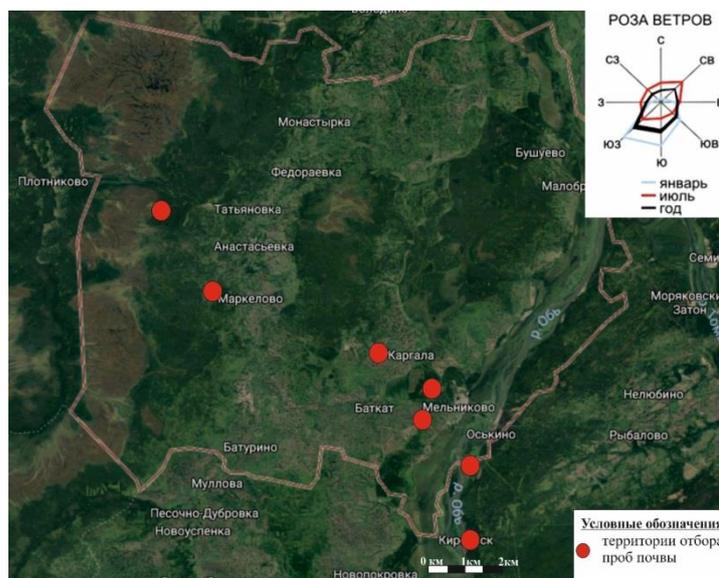


Рис.1 Схема размещения точек отбора проб

Таблица

Содержание Hg и коэффициент концентрации в почвах Шегарского района Томской области

Показатели	Дачные хозяйства	Сельскохозяйственные угодья	Лесные массивы	Кларк, нг/г[1,4]
число проб	11	6	2	
$C_{Hg}$ , нг/г	19,4±5,5	16,8±0,95	8,75±1,1	
$C_{min}$ , нг/г	12,9±2,4	15,6±1,6	7,4±0,6	
$C_{max}$ , нг/г	32,7±2,4	18,5±1,6	8,75±0,6	
Кк отн.ср.	1,1±0,4	0,96±0,4	0,5±0,3	
Кк по Ярошевскому	1,95±0,65	1,79±0,56	0,69±0,4	10
Кк по Виноградову А.П.	0,67±0,4	0,2±0,01	0,4±0,16	83
Кк по Беусу А.А.	0,58±0,16	0,5±0,03	0,26±0,03	33
Кк по Григорьеву Н.А.	0,29±0,08	0,25±0,01	0,13±0,015	65
Кк пдк	Не превышают Предельно допустимой концентрации			2100

Примечание -  $C_{Hg}$  - среднее содержание Hg в почвах,  $C_{min}$  - минимальное содержание Hg в почвах,  $C_{max}$  - максимальное содержание Hg. Кк отн.ср. - коэффициент концентрации относительно среднего содержания Hg в Шегарском районе- 17,5 нг/г ( $Kk_{отн.ср.} = C_{Hg}/17,5$ ), Кк по Ярошевскому - кларк концентрации относительно кларка по Ярошевскому, относительно кларка по Виноградову А.П., относительно кларка по Беусу А.А., относительно кларка по Григорьеву А.П., ( $Kk_{по\ Ярошевскому} = C_{Hg}/K_{Ярошевского}$ )

На территории Шегарского района распространены серые лесные почвы. По литературным данным среднее содержание Hg в серых лесных почвах Сибири составляет от 17 нг/г до 32 нг/г и является не очень высоким

по сравнению с другими типами почв. Черноземы южной части западной Сибири содержат в гумусово-аккумулятивном горизонте 12-40 нг/г Hg, болотные низинные -12-43 нг/г, дерново-подзолистые 14-50 нг/г [8].

Среднее содержание Hg составляет 17,5 нг/г. Среднее содержание Hg в почвах приусадебных участков составляет от 19,4±5,5, но в отдельных точках ее содержание может достигать 32,7 нг/г.

На сельскохозяйственных угодьях среднее содержание достигает 16,8 нг/г, максимальное значение превышает среднее в 1,1 раз и составляет 18,5 нг/г. Почвы лесных массивов характеризуются более низким содержанием Hg по сравнению с почвами дачных хозяйств и сельскохозяйственных угодий и составляет 8,75 нг/г, что в 2 раза ниже среднего значения.

Также были рассчитаны и проанализированы кларки концентрации ртути относительно кларков земной коры по Виноградову А.П., по Беусу А.А., Григорьеву Н.А. [4], и относительно кларка почв континентов по Ярошевскому.

Анализируя результаты, наблюдаем, что среднее содержание Hg почвах Шегарского района не превышает кларки земной коры:

- относительно кларка по Виноградову А.П. кларк концентрации составляет 0,67;
- относительно кларка по Беусу А.А. - кларк концентрации составляет 0,58;
- относительно кларка по Григорьеву Н.А. - кларк концентрации 0,29.

Однако наблюдаются превышения относительно кларка почв континентов по Ярошевскому в 1,95 раз.

Данное исследование показало, что природа Hg в почвах Шегарского района имеет скорее природное происхождение нежели техногенное, так как среднее содержание Hg во всех типах почв колеблется в диапазоне от 7,4 нг/г до 32,7 нг/г, что входит в диапазон содержаний, характерных для серых лесных почв Западной Сибири [4].

#### Литература

1. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041-06
2. Денисова О.А., Барановская Н.В., Рихванов Л.П., Черногорюк Г.Э., Сухих Ю.И.. Микроэлементы и патология щитовидной железы в Томской области. - Томск: STT, 2011. - 190с.;
3. Иванов В. В. Экологическая геохимия элементов. Справочник в 6 томах. Том 5. - М.: Экология, 1997 г. - 576 с.;
4. Касимов Н.С., Власов Д.В., Кларки химических элементов как эталоны сравнения в экогеохимии // Н.С. Касимов/ ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 5. ГЕОГРАФИЯ. 2015 - №2. - с.7-17.;
5. Наркович Д.В. Элементный состав волос детей, как индикатор природно-техногенной обстановки территории (на примере Томской области): автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук, Томский политехнический университет, Томск, 2012г.;
6. ПНД Ф 16.1:2.23-2000 - Определение содержания ртути в почве донных отложениях и горных породах - 2005Г.
7. Рихванов Л.П., Сарнаев С.И., Язиков Е.Г., Почва как депонирующая среда при изучении техногенного фактора воздействия на природу/ Л.П.Рихванов// Проблемы региональной экологии - 1994 г. -№3- с.35-46.;
8. Удоденко Ю.Г. Накопление и распределение ртути в почвах и педобионтах на заповедных территориях (на примере Воронежского и Окского заповедников): диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук/ Удоденко Юрий Геннадиевич; Воронежский государственный университет, Воронеж - 2014г.

### **БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ ЛИСТЬЕВ ТОПОЛЯ (*POPULUS BALSAMIFERA L.*) НА ВЫБРОСЫ СОЕДИНЕНИЙ ФТОРА ОТ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Л.А. Дорохова**

Научные руководители профессор Л.П. Рихванов, доцент Д.В. Юсупов

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Большинство растений, которые произрастают на урбанизированных территориях, подвергаются антропогенному влиянию. В свою очередь, растения отражают геохимическую специализацию окружающей среды и могут выступать индикаторами её состояния [2]. Многие работы показали, что листья тополей накапливают специфические элементы, источниками эмиссии которых в том числе являются выбросы предприятий теплоэнергетики, алюминиевой, нефтехимической и др. промышленности [4-5].

Цель исследования: изучение реакции листьев тополя на выбросы фтористых соединений в зоне влияния Новокузнецкого алюминиевого завода для оценки воздействия на окружающую среду.

Объектом исследования служили листья тополя бальзамического (*Populus Balsamifera L.*). Листья тополя являются природным биогеохимическим планшетом для атмосферных взвешенных микрочастиц и аэрозолей благодаря особенностям их морфологии и анатомии (шероховатости поверхности, наличию клейкого воска, расположения устьиц на обеих сторонах листовой пластинки). Тополь отличается от других древесных растений быстрым ростом и более частым использованием для озеленения городских территорий.

Новокузнецкий алюминиевый завод (НКАЗ) ОАО «РУСАЛ Новокузнецк» - пятый по величине завод в России по производству алюминия. Производственный комплекс завода включает в себя: 3 серии электролиза, участок производства анодной массы и литейное отделение. В производстве используется классическая технология производства алюминия Содерберга, использующая электролизеры с самообжигающимся анодом.

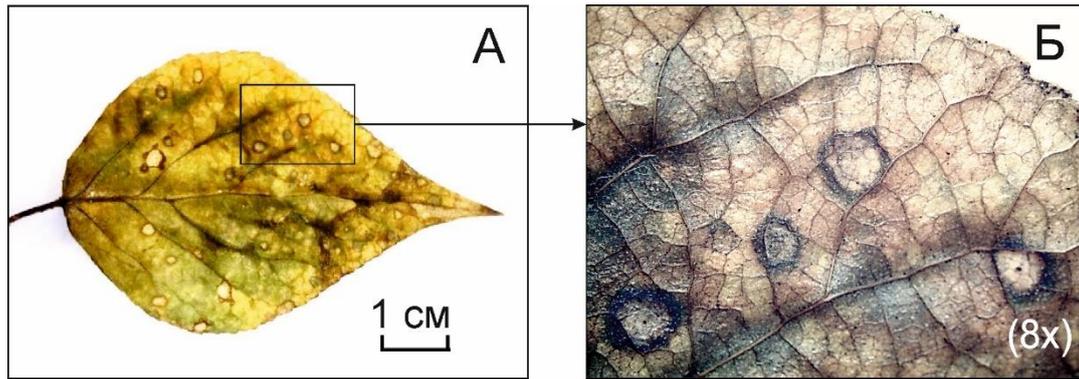


Рис. 1 Проявление хлороза (А) и некроза (Б) на листьях тополя бальзамического как реакция на химическое воздействие кислотообразующих компонентов выбросов Новокузнецкого алюминиевого завода

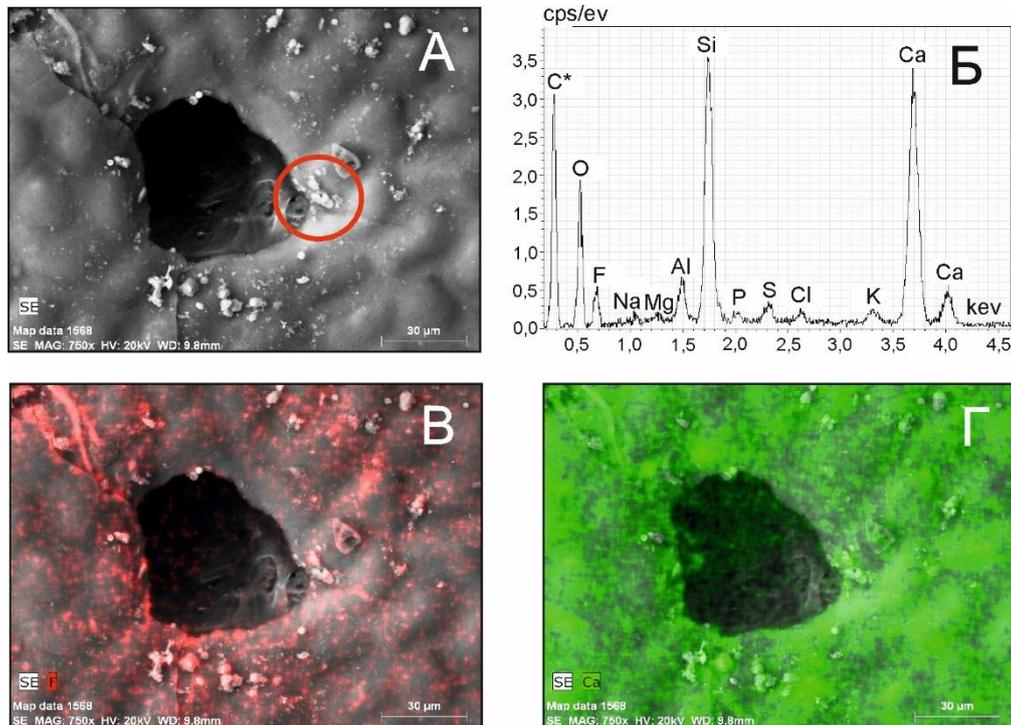


Рис. 2 Фрагмент некрозного участка с инвазивным микроотверстием на адаксиальной стороне листа тополя бальзамического в зоне влияния Новокузнецкого алюминиевого завода: А - общий вид фрагмента в режиме обратно-рассеянных электронов, Б - энергодисперсионный спектр фторсодержащей минеральной фазы (C, O, Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca - матричные и примесные элементы), В - распределение фтора по поверхности в режиме картирования, Г - то же - кальция.

Экологической проблемой данного производства являются газообразные выбросы соединений фтора и серы [1], а также отработанная футеровка [6-7]. В состав катода электролизера входят соединения, являющиеся токсичными или вредными из-за наличия фторидных компонентов электролита, а также те соединения, которые образуются во время работы электролизера (цианиды, нитриды, фторид натрия, карбиды, и другие) [3].

В начале сентября 2015 года на территории г. Новокузнецка отобраны 45 проб по сети  $2 \times 2$  км; в зоне влияния НкАЗа - 5 проб. Листья отбирали методом средней пробы на высоте 1,5 - 2 м от поверхности земли с примерно одновозрастных деревьев. Пробы высушивали в крафт пакетах «Стерит» при комнатной температуре. Листья водой не промывали, чтобы сохранить информацию о пылеаэрозольной составляющей пробы.

Образцы листьев исследовали методами электронной микроскопии, для этого брали средние по размерам и форме сухие листья тополя из образцов, отобранных вблизи промышленной зоны НкАЗа. Скальпелем вырезался прямоугольный участок листовой пластики. Далее образец адаксиальной стороной вверх закреплялся на предметном столике с помощью двустороннего углеродного скотча. Изучение листьев тополя проводилось в лаборатории электронно-оптической диагностики в Международном научно-образовательном центре «Урановая геология» Инженерной школы природных ресурсов ТПУ на сканирующем электронном микроскопе Hitachi S-3400N с энергодисперсионным спектрометром Bruker XFlash 4010. Образцы исследовались при низком вакууме в режиме обратно-рассеянных электронов и рентгенспектральным анализом отдельных минеральных фаз, как в точке, так и способом картирования элементного состава поверхности.

Одним из проявлений воздействия фторсодержащих соединений на листья тополя являются хлороз (рис. 1, А) и появление некрозных пятен вследствие химического ожога кислотообразующими соединениями выбросов (рис. 1, Б). Важно отметить, что все листья в образцах были с некротическими изменениями.

Газообразные выбросы фтористого водорода и диоксида серы при взаимодействии с водой (атмосферными осадками, туманом, устьичной транспирации) способны образовывать фторводородную и серную кислоты, которые в свою очередь способны химически воздействовать на листья, разъедая их поверхность, вызывая ожоги. Свидетельством данного процесса является наблюдаемые инвазивные микроотверстия в эпидерме листа с высокой концентрацией фтора вокруг разведенных участков (рис. 2).

Концентрация фтора на краях инвазивных микроотверстий достигает 18 масс. %, на периферии негрозных участков составляет менее 1 масс. %. Диаметр ожоговых некрозных пятен равен 1 - 2 мм, микроотверстий, расположенных в их эпицентре - около 60 мкм.

Таким образом, загрязнение окружающей среды соединениями фтора и серы, связанное с воздействием выбросов от алюминиевых заводов, остается актуальной технологической и экологической проблемой. Проявление хлороза и некрозных пятен с фторсодержащими минеральными фазами на поверхности листьев тополя в зоне влияния НкАЗа является доказательством негативного воздействия выбросов предприятия на компоненты окружающей среды. Изучение распределения и содержания фтора в растительности имеет большое значение для экологии городов, где размещено алюминиевое производство. Результаты исследования продемонстрировали, что листья тополя могут служить биологическим и биогеохимическим индикаторами загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха кислотообразующими компонентами атмосферных выбросов от алюминиевого производства.

#### Литература

1. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2015 году. - Кемерово, 2016. - 439 с.
2. Рихванов Л.П., Юсупов Д.В., Барановская Н.В., Ялалтдинова А.Р. Элементный состав листья тополя как биогеохимический индикатор промышленной специализации урбасистем // Экология и промышленность России, 2015. - № 6. - С. 58 - 63.
3. Савченков С.А., Бажин В.Ю., Феценко Р.Ю. Проблемы утилизации техногенных отходов алюминиевого производства // Горный информационно-аналитический бюллетень, 2017. - №4. - С. 187 - 193.
4. Юсупов Д.В., Рихванов Л.П., Барановская Н.В., Судыко А.Ф. Биогеохимическая индикация территорий с использованием информации об элементном и минеральном составе листьев деревьев // V Межд. научно-практическая конференция «Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы» (13-15 сентября 2017). - Воронеж-Севастополь: Изд-во «Научная жизнь», 2017. - С. 207 - 209.
5. Юсупов Д.В., Рихванов Л.П., Барановская Н.В., Ялалтдинова А.Р. Геохимические особенности элементного состава листьев тополя урбанизированных территорий // Известия Томск. политехн. ун-та. Инжиниринг георесурсов. 2016. - Т. 327. - № 6. - С. 25 - 36.
6. Янченко Н.И., Баранов А.Н. Параметры распределения фтора, серы и натрия в Байкальском регионе при производстве первичного алюминия // Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия, 2010. - № 2. - С. 56 - 62.
7. Янченко Н.И., Баранов А.Н., Макухин В.Л. Распределение фтора в зоне влияния алюминиевого завода // Экология и промышленность России, 2008. - № 6. - С. 22 - 25.

### **ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г. НОВОЧЕРКАССКА**

**А.Е. Дудкина**

**Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И.  
Платова, г. Новочеркасск, Россия**

Состояние атмосферного воздуха - важнейший фактор, влияющий на состояние здоровья населения. Особенно актуальна проблема загрязнения атмосферного воздуха для городских поселений за счет концентрации промышленных предприятий, которые являются основными источниками техногенного загрязнения. Конечно необходимо отметить увеличение количества автотранспорта и соответственно увеличение выбросов от транспортных средств. Вследствие, техногенного загрязнения окружающей среды изменяется состояние атмосферного воздуха, что оказывает определяющее влияние на структуру заболеваемости населения. Таким образом, анализ загрязнения атмосферного воздуха является актуальной задачей современных геоэкологических исследований.

Город Новочеркасск, как один из наиболее неблагополучных в экологическом отношении городов Юга России, был включен, приказом Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ №100 от 25.05. 1993 г. в перечень территорий для проведения апробации руководящего документа «Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления чрезвычайных экологических ситуаций и зон экологического бедствия». Согласно полученным результатам многолетних исследований [3] для Новочеркаска характерен высокий уровень техногенной нагрузки, в особенности загрязнения объектов окружающей природной среды и питьевой воды, на фоне низкого уровня качества жизни населения обуславливают катастрофическое ухудшение здоровья населения, особенно детской его части.

Рассматривая график динамики выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников в Ростовской области и г. Новочеркасске (рис. 1), можно наблюдать подобные тенденции характерные для области и города: высокие уровни выбросов в 2008 г. и 2014 г., низкие уровни в 2007 г. и 2015 г., что объясняется увеличением и уменьшением объемов производственной деятельности, в зависимости от экономической ситуации и конъюнктуры рынка. Выявленные тенденции динамики, подтверждают наиболее весомый вклад промышленных предприятий именно г. Новочеркасска в загрязнение атмосферного воздуха всего региона, в отдельные годы этот вклад составлял более половины объемов выбросов в области (59,5 % - 2006 г., 58,1 % - 2008 г., 59,1% - 2013 г.).

Высокий уровень загрязнения атмосферы в городе Новочеркасске связан с деятельностью основных градообразующих предприятий (теплоэнергетики, цветной металлургии, нефтехимии, машиностроения и производства стройматериалов), которые вносят основной вклад в выбросы от стационарных источников [1].

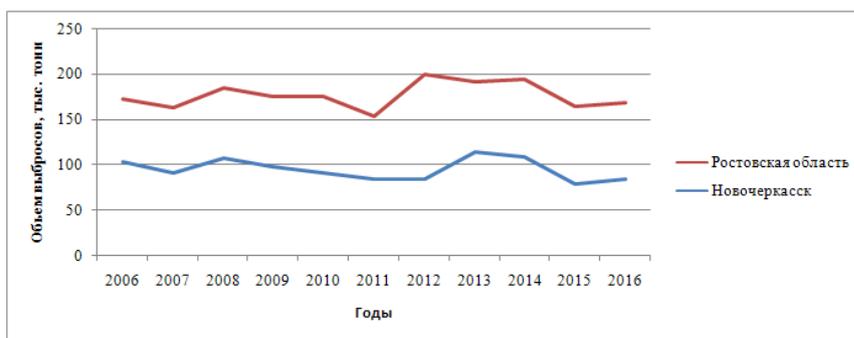


Рис. 1 Динамика выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников в Ростовской области и г. Новочеркасске за период с 2006 г. по 2016 г., тыс. тонн (построено по данным [1, 2])

Согласно статистическим данным [1] высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха в г. Новочеркасске формируют концентрации формальдегида, пыли, оксида углерода, диоксида азота, фторида водорода. При этом в г. Новочеркасске значительно выше предельно допустимых концентраций (ПДК) содержание в атмосферном воздухе пыли ( $0,4 \text{ мг/м}^3$  при норме  $0,15 \text{ мг/м}^3$ ) и формальдегида ( $0,017 \text{ мг/м}^3$  при норме  $0,01 \text{ мг/м}^3$ ), а уровень оксида углерода ( $3,0 \text{ мг/м}^3$ ) и диоксида азота ( $0,04 \text{ мг/м}^3$ ) достигают уровня значения ПДК.

Маршрутное обследование уровня загрязнения атмосферного воздуха [1] в 2015 г. проводилось с апреля по сентябрь в 3-х точках, расположенных в различных частях города: 1-я - в районе пл. Левски, 2-я - в районе пл. Троицкой, на спуске Герцена, 3-я - в Промышленном районе, по ул. Гвардейской, 9. Перечень контролируемых веществ определялся Техническим заданием к ГК № 2015. 85122 от 19.03.2015 г.

Наибольшая запыленность (средняя концентрация пыли) и средняя концентрация диоксида серы отмечались в районе пл. Левски и пл. Троицкой, равномерная концентрация оксида углерода и фенола наблюдалась по всем пунктам наблюдения, наибольшая концентрация формальдегида отмечалась в Промышленном районе, оксида азота - в районе пл. Левски (рис. 2). Наибольшие средние концентрации загрязняющих веществ в районе пл. Левски и пл. Троицкой, наиболее вероятно связаны с выбросами автотранспорта, а загрязнение воздуха формальдегидом происходит, вследствие выбросов промышленных предприятий.

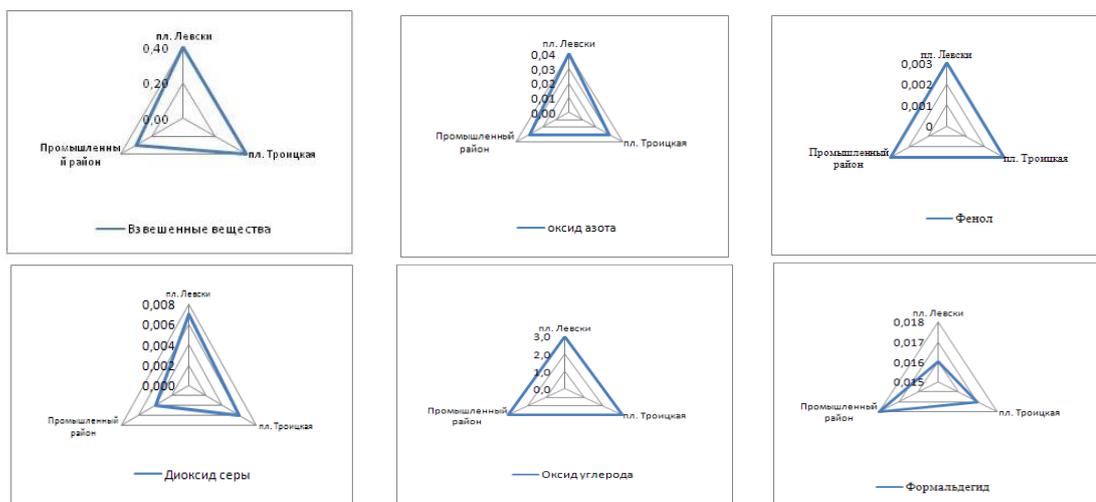


Рис. 2 Средние концентрации загрязняющих веществ по трем точкам наблюдения в г. Новочеркасске за апрель-сентябрь 2015 г.,  $\text{мг/м}^3$  (построено по данным [1])

Методом кластерного анализа было проведено группирование городских округов (с наибольшими концентрациями вредных примесей) Ростовской области по уровню загрязнения атмосферного воздуха в 2015 г. Был использован метод иерархической кластеризации (метод Варда). Статистической основой анализа послужили данные по средним концентрациям вредных примесей (взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота, оксид азота, фенол, фторид водорода, формальдегид, бензапирен) за 2015 г. по 7 городским округам Ростовской области.

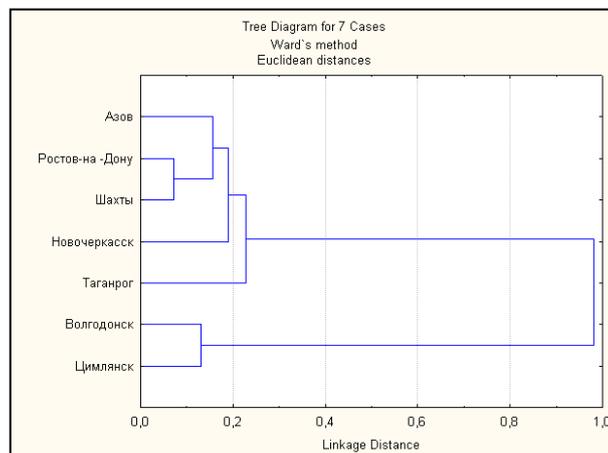


Рис. 3 Группирование городских округов Ростовской области по уровню загрязнения атмосферного воздуха в 2015 г. (построено по данным [1])

Согласно результатам кластерного анализа (рис. 3) мы выделили 4 группы городских округов по уровню загрязнения атмосферного воздуха в 2015 г. Первая группа с повышенным уровнем загрязнения атмосферного воздуха, в состав которой входят гг. Азов, Ростов-на-Дону, Шахты; вторая группа с высоким уровнем загрязнения воздуха (г. Новочеркасск), третья группа со средним уровнем загрязнения (г. Таганрог), четвертая группа с низким уровнем загрязнения (гг. Волгодонск, Цимлянск). Данные проведенного анализа в целом подтверждаются значением индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) по городским округам Ростовской области. Так, для первой группы ИЗА [1] изменяется от 4,3 до 6, что соответствует повышенному уровню, для второй группы показатель составляет 7,2 (высокий уровень), для четвертой группы показатель колеблется от 0,15 до 2,5, что свидетельствует о низком уровне загрязнения.

Таким образом, наш анализ подтверждает отнесение г. Новочеркаска к населенным пунктам с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха. Одним из важнейших источников загрязнения атмосферного воздуха на протяжении периода исследования являются выбросы промышленных предприятий, поэтому необходимо улучшение качества очищения промышленных выбросов, продолжать мероприятия по озеленению и улучшению санитарного состояния природного комплекса города.

#### Литература

1. Экологический вестник Дона. О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2015 году / Под общ. ред. В.Н. Василенко, Г.А. Урбана, А.Г. Куренкова, С.В. Толчеевой, С.Ю. Покуля. – Ростов-на-Дону, 2016. - 369 с.
2. Экологический вестник Дона. О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2010 году / Под общ. ред. С.Ф. Трифонова, Г.И. Скрипки, М.В. Паращенко. – Ростов-на-Дону, 2011. - 370 с.
3. Экология Новочеркаска. Проблемы, пути их решения / Под общ. ред. Л.М. Родионовой, И.А. Богуща, Г.Н. Даниловой, Э.И. Ткачук. – Ростов-на-Дону, 2001. - 412 с.

#### ДИНАМИКА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ В АЛМАТЫ ЗА ПЕРИОД 2016-2017 ГОДА

Е. Ергунова, Н. Арыстанкызы, А.Н. Сарсенбаева

Научный руководитель А.Н. Сарсенбаева

РГП ПХВ «Информационно-аналитический центр геологии и минеральных ресурсов РК» г. Алматы. Республика Казахстан

Цель: ознакомиться и собрать материал о землетрясении в городе Алматы, выявить динамику землетрясения за период 2016 - 2017 года. Объектом исследования являются данные полученные материалов СМИ Tengrinews.kz со ссылкой на ГУ «Сейсмологическая опытно-методическая экспедиция Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан». Предметом исследования является землетрясение [2].

Таблица 1

Землетрясение в Алматы за 2016 год [3]

Дата и время землетрясения		Магнитуда	Эпицентр от г.Алматы	Глубина залегания, км	Энергетический класс
29. 01.	08-12	3,9	28 км к ЮВ	15	8,7
31. 01.	00-27	4,5	336 км к Ю	5	9,7
08. 02.	23-22	4,0	85 км на В	10	8,5
20. 02.	14-27	4,5	240 км на СВ	15	9,9
01. 03.	00-37	5,2	289 км на В	25	11,4
05. 03.	04-14	4,2	111 км на ЮВ	10	9,1
09. 04.	23-31	4,9	141 км на ЮВ	5	10,2
06. 05.	01-54	5,1	232 км на В	10	10,8
06. 05.	18-09	3,9	44 км на С	15	8,9
16. 05.	10-30	3,8	213 км на СВ	5	8,8
31. 05.	04-41	3,8	17 км на Ю	15	8,4
19. 06.	09-03	4,9	390 км на Ю	15	11,4
12. 07.	13-02	5,2	15 км на ЮВ	4	11,2
13. 08.	00-00	5,6	304 км на Ю	20	12,8
17. 08.	07-00	4,9	182 км на ЮЗ	10	11
22. 09.	06-43	4	330 км на ЮВ	5	9,6
24. 09.	14-54	3,8	154 км на СЗ	10	11
14. 10.	11-53	3,3	37 км на Ю	2	8,8
28. 10.	06-19	3,2	348 км на СВ	5	8,7
18. 11.	20-21	4,4	231 км на ЮВ	20	9,3
25. 11.	08-53	4	270 км на ЮВ	20	9,3
25. 11.	20-24	6,7	489 км на ЮЗ	30	14,4
04. 12.	07-03	4,5-4,6	476 - 506 км на ЮЗ	5	10-10,5
	09-27				
	09-56				
05. 12.	07-22	4,5	482 км на ЮЗ	5	9,8
14. 12.	04-46	4,6	547 км на ЮЗ	5	10,7
18. 12.	11-54	5	138 км на СЗ	15	11,3
29. 12.	19-05	4,6	231 км на ЮВ	5	10

Землетрясение — это подземные толчки и колебания земной поверхности, возникающие в результате внезапных смещений и разрывов в земной коре или верхней мантии и передающиеся на большие расстояния в виде упругих колебаний. Сила землетрясения определяется в баллах. Основные характеристики землетрясения - магнитуда и энергетический класс. МАГНИТУДА- относительная энергетическая характеристика землетрясения - представляет собой логарифм максимальной скорости колебаний земной поверхности. Магнитуда М - это условный показатель сейсмической энергии очага, который дает «величину» землетрясения в очаге в форме некоторой интенсивности сейсмических колебаний на выбранном стандартном расстоянии г от очага. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КЛАС -энергетическая шкала  $K = \lg E_{Дж}$ . представляет некоторую определенную форму сопоставления магнитуды с энергией [3].

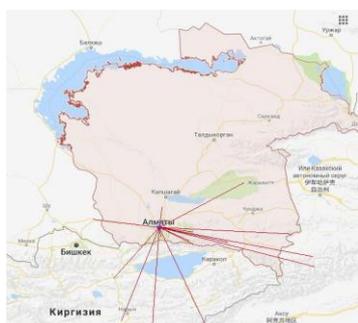


Рис. 1 Эпицентры землетрясения за 2016 год. [3]

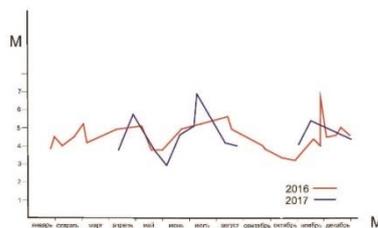


Рис. 2 Динамика землетрясения за 2016-2017 года

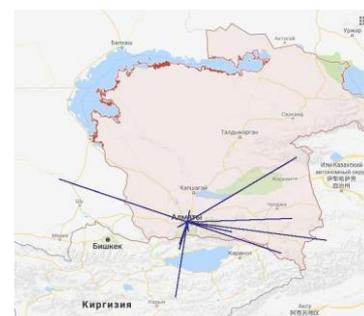


Рис. 3 Эпицентры землетрясения за 2017 год [3]

## СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.

Землетрясение, как правило, происходит глубокой ночью или на рассвете и начинается с легкого дрожания земли, сопровождающегося сильным подземным гулом, что непосредственно видно на таблице 1 и 2.

Самые сильные по магнитуде землетрясения в 2016 году в Алматы были зафиксированы 13 августа и 25 декабря и 2017 году 28 апреля и 9 июля.

Таблица 2

Землетрясение в Алматы за 2017 год [3]

Дата и время землетрясения		Магнитуда	Эпицентр от г. Алматы	Глубина залегания, км	Энергетический класс
10.04	05-33	3,8	84 км на ЮЗ	15	8.6
28.04	11-01	5,7	148 км на ЮГ	16	7.2
21.05	13-40	3,8	265 км на В	10	8.8
04.06	23-57	2,9	10 км на СЗ	5	6.3
06.07	02-03	5,1	65 км на ЮГ	15	11
09.07	05-28	6,8	485 км на СЗ	15	14.8
10.08	06-51	4,2	446 км на СВ	10	10.0
23.08	20-07	4,0	95 км на В	10	8.5
02.11	11-01	4,1	264 км на ЮГ	10	9.0
16.11	07-42	5,4	145 км на ЮГ	15	11.9
18.11	20-21	4,4	231 км на В	20	9.3
30.12	21-55	4,4	14 км на ЮГ	10	8.1

Таблица 3

Магнитуда и числа землетрясении в год за период 2016-2017 гг

Магнитуда	Число землетрясений в год 2016 г	Магнитуда	Число землетрясений в год 2017 г
7,0-7,9	0	7,0-7,9	0
6,0-6,9	1	6,0-6,9	1
5,0-5,9	5	5,0-5,9	3
4,0-4,9	15	4,0-4,9	5
3,0-3,9	7	3,0-3,9	3

Как видно из таблицы №1 высокомагнитудные землетрясения возникают редко (к тому же большей частью под дном океана), на примере Алматы видно, именно они выделяют основную долю сейсмической энергии (землетрясения с  $M > 6,0$  - 98% энергии, ед. значения) и влекут за собой наиболее тяжкие последствия. Землетрясение при  $M > 5,0$  и менее за 2016 год сравнительно 2017 годом показывает более высокий показатель. Соотношение магнитуды землетрясений и их сейсмической интенсивности представлен как умеренный.

Как показывают изложенные выше материалы, сейсмическая деятельность в районе г. Алматы характеризуется сменой периодов активизации периодами длительного сейсмического затишья. Учитывая, что наука не в состоянии пока дать точный прогноз времени и места сильнейшего землетрясения, мы должны по крайней мере, научиться свести к минимуму риск ущерба от возможного разрушительного землетрясения [1].

### Литература

1. Нурмагамбетов А. Сейсмическая история г. Алматы. - г. Алматы, 2015. - 69 с.
2. Новостной портал Казахстана Tengrinews.kz. [Электронный ресурс] URL: [https://tengrinews.kz/kazakhstan\\_news/zemletryasenie-zafiksirovano-v-almatinskoy-oblasti](https://tengrinews.kz/kazakhstan_news/zemletryasenie-zafiksirovano-v-almatinskoy-oblasti)
3. ГУ «Сейсмологическая опытно-методическая экспедиция Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан». [Электронный ресурс] URL: <http://some.kz/index.php?p=card&outlang=1&oid=9>

## МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫЕ ПОРОДЫ И ИХ ТРАСФОРМАЦИЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ Р. НАДЫМ (НА ПРИМЕРЕ НАДЫМСКОГО СТАЦИОНАРА) Жарский Г.О.

Научный руководитель профессор Чистякова Н.Ф.  
Тюменский Государственный Университет, Институт наук о Земле, Россия, Тюмень.

В южной части территории Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО) многолетнемерзлые породы имеют островное распространение. Современное потепление климата сказывается на их состоянии. Особый интерес для наблюдений представляют комплексные стационары, где в том числе ведется многолетний

мониторинг состояния многолетнемерзлых пород. Надымский стационар один из старейших в Западной Сибири, функционирующий с конца 60-х гг. XX века и расположенный в 40 км к югу от г. Надым. Особенностью этого стационара является наличие хозяйственных объектов, связанных с транспортировкой природного газа, которые проходят через участки с островной многолетней мерзлотой, оказывая на нее влияние. Исследуемая территория расположена в пределах северной тайги. Температура и мощность многолетнемерзлых пород колеблются в большом диапазоне: от -9 до 0 -1°C и от 400-500 м и до 5-25 м [1]. Изменение температуры многолетнемерзлых пород определяется широтной зональностью и ландшафтной структурой внутри зон; она повышается с севера на юг. В грунтах органогенного происхождения она выше, чем в минеральных грунтах. Климатические условия летнего периода (от 13,9 до 15,2°C) и песчаный состав отложений способствуют глубокому сезонному протаиванию (до 1,5-2,5 м) многолетних мерзлых пород и их деформации [1]. Одним из следствий деформации многолетнемерзлых пород является развитие эолового процесса, в частности образование дюнного рельефа. Дюны образуются в процессе аккумуляции продуктов ветровой эрозии и сложены песчаными отложениями для которых характерен полого- волнистый рельеф и отсутствие растительности на большей части территории. В северной тайге образование дюнного рельефа связано как с природными, так и техногенными процессами. В естественных условиях при воздействии ветров, которые имеют преимущественно юго-западное и южное направление в январе, северо-западное и северное в июле (рис.). Средняя годовая скорость ветра составляет 4,5 м/с. В январе наблюдается 20-28% штилей от общего числа наблюдений, в июле 10-18% [1].

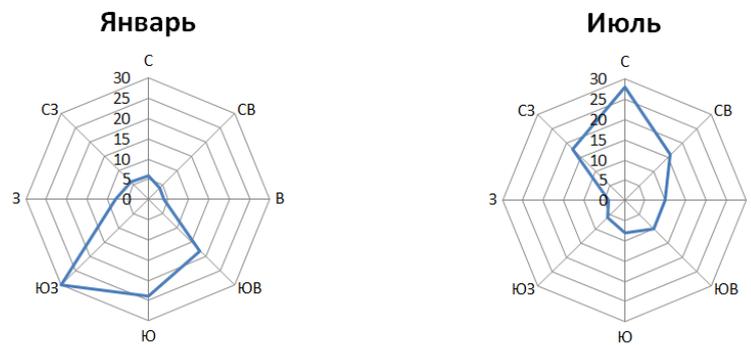


Рис.1 Повторяемость направлений ветра в Надымском районе (в % от общего числа наблюдений без учета штилей) [1].

Дюны, как правило, образуются на участках с крупно-грядовым рельефом, сложенных аллювиальными и криогенными отложениями, занятых типичным таёжным древостоем с лишайниковым напочвенным покровом. В перестойных лесах на месте упавших деревьев образуются выемки песка, которые в засушливые годы под воздействием ветра увеличиваются в размерах, смыкаясь между собой. На месте бывших лесов образуются участки различного размера, лишённые растительности. Во влажные периоды года этот процесс может затормаживаться и происходить в малых масштабах. Площади дюн характеризуются ярко выраженным полого-увалистым рельефом с наличием форм рельефа барханного типа южных пустынь. На них встречаются отдельные деревья бывших древостоев с обнаженными корнями или, наоборот, наполовину засыпанные песком; молодые сосны, проросшие в мелких бороздах уплотненного песка, оставленных техникой [2].

Трансформация эолового рельефа на территории нефтегазового комплекса происходит в результате хозяйственной деятельности человека: через котловины выдувания сооружают трубопроводы, дороги, линии электропередач, осуществляют проезд транспорта, производится добыча песка и т.д. Нарушения больших площадей почвенно-растительного покрова приводят к образованию площадей техногенных пустынь, на которых начинают осуществляться процессы дефляции. Основной отраслью промышленности и причиной нарушения почвенно-растительного покрова на территории Надымского района Тюменской области является добыча и транспортировка нефти и газа. Существующие котловины выдувания зачастую используются как площадки размещения промышленных объектов. Интенсивный рост нарушенных площадей обусловлен, прежде всего, техногенным воздействием. Среди техногенных процессов, приводящих к деформации многолетнемерзлых пород, немалую роль играет сооружение линейных объектов. К ним относятся: ЭП, автомобильные, железные дороги, магистральные трубопроводы и т.д. Максимальную площадь песчаные обнажения занимают в лесных массивах, на участках с порослью леса и горелыми территориями.

Если многолетнемерзлые породы Надымского района чувствительны к переходу температуры через 0°C и при этом подвергаются дефляции, то отложения болотных систем более устойчивы к разрушению. На территории Надымского района наиболее подвержены дефляции оттаившие многолетнемерзлые породы. Болотные массивы обладают большей устойчивостью к антропогенному воздействию и не подвержены выветриванию. Наиболее затронутыми становятся самые уязвимые для дефляции участки с разреженной растительностью, обладающие низкой регенерирующей способностью растительного покрова.

На месте вывалившихся деревьев появляется самосев древесных пород, которые по мере роста корневых систем укрепляют песчаные обнажения. Подростающие деревья становятся помехой на пути развития ветровой эрозии. В это же время на территорию раздува также активно начинают заселяться травянисто-моховая,

кустарниковая растительность вместе с древесными породами, появляющимися сначала в западинах и в дальнейшем закрепляющейся на склонах. Возобновление древесной растительности происходит преимущественно в виде отдельных растительных группировок, приуроченных к мелким пониженным участкам, где расположены обнажения материнской породы, и их пологим склонам с подветренной стороны. В них активно осуществляется лесообразовательный процесс, который по мере закрепления песков станет одним из факторов расселения древесных растений на раздувах. Лиственница, сосна, ива, злаковые, вейники, довольно часто встречающиеся на территории раздувов, сформированных в Надымском районе, могут со временем его полностью покрыть и закрепить дюны [2].

Активное хозяйственное использование территории и современное потепление климата приводят к деградации многолетнемерзлых пород. Это влияет на состояние инженерно-технических сооружений и провоцирует аварии. В этой связи многолетний мониторинг состояния многолетнемерзлых пород актуален и позволяет прогнозировать потенциально опасные природные и антропогенные процессы, явления и предотвращать их.

#### Литература

1. Атлас Ямало-Ненецкого автономного округа (ответственный редактор С.И. Ларин) - Омск: ФГУП 2004г.-303с.
2. О.С. Сизов, С.А. Лоботросова - Особенности восстановления растительности в пределах участков развееваемых песков северотаежной подзоны Западной Сибири, Криосфера Земли, 2016, т. XX, № 3, с. 3-13

### **ОСОБЕННОСТИ ДВУСТОРОННЕГО ВЛИЯНИЯ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ И Р.АМУР**

**А.А. Журавлев, М.И. Афанасьева**

Научный руководитель доцент А.П. Неудачин

*Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск, Россия*

Одной из главных проблем крупных городов, располагающихся в непосредственной близости рек, является загрязнение природных вод и ухудшение качества воды для хозяйственно-бытовых нужд и рыбохозяйственной деятельности различными загрязняющими веществами, не последнюю роль в загрязнении играет антропогенное воздействие.

Качество воды является важнейшим показателем и качества жизни населения. Вода может являться, как фактором ухудшения здоровья, так и его улучшения. Например, в г. Хабаровск проводится оценка качества природной воды на регулярной основе, но не ведется учет качества сточных вод не по предприятиям, а по водотокам, которые протекают в черте города. Город же в ходе своей деятельности и деятельность его жителей, различных производственных предприятий, сельскохозяйственного воздействия и т.п. является источниками загрязнения прибрежной зоны.

Прибрежная зона - часть суши, находящаяся в близости рек, озер, морей, океанов, которая имеет прямой контакт с водой (например, явление прилива) и (или) имеющая косвенный контакт с водой, посредством переноса веществ.

Таким образом, целью данной работы было изучение взаимного воздействия прибрежной зоны и реки, т.к. явление взаимного загрязнения ранее практически не рассматривалось, ни частными исследовательскими группами, ни на государственном уровне. Нами был произведен сбор данных об экологическом состоянии центральной набережной г. Хабаровска в различные периоды года в аспекте ТБО и других отходов.

Первый сбор ТБО производился в начале октября 2017 года, на территории центральной набережной г. Хабаровска, общая протяженность пути (без учета различных уровней) составила свыше 2 км, в результате чего были получены следующие данные: собрано шесть неполных 120-литровых полиэтиленовых мешков с мусором, из которых 5 весили 6 и более 6 кг (до 10) и последний 4,5 кг. В общей сложности мусора было собрано свыше 40 кг. Качественный состав был разнообразным, от сигаретных пачек, до всевозможной тары. Основным объемом занимали различные пластики, в виде бутылок, пробок, упаковок и т.д. Следующим основным загрязнителем по массе являлось стекло, как правило, это различная стеклянная тара и ей бой. Металлические объекты встречались реже, но составляли заметную долю массы мусора. Также были собраны и экологически менее агрессивные бумажно-картонные включения.

Второй сбор ТБО производился в конце декабря 2017 года, маршрут был прежним. Из-за снежного покрова не представлялось возможным произвести изъятие с прибрежной зоны всех ТБО, изъятие производилось с поверхности снежного покрова. Было собрано два 120-литровых полиэтиленовых мешков, один 5,5 кг, другой 2,0 кг. Состав мусора в зимний период года был представлен преимущественно различными пластиками и упаковками от продуктов питания, представленные в виде бутылок, этикеток, пробок и т.д., незначительную часть составляли металлические вкрапления, а также стеклянная составляющая ТБО. Также стоит отметить, что в зимний период года активно производится чистка прибрежной зоны (пешеходные дорожки) от снега, а снег сваливается в сторону реки, таким образом происходит отложенный по времени перенос различных загрязняющих веществ с береговой зоны непосредственно в реку, а с весенним таянием снега и льдов будет происходить растворение (эмиссия) и повышение концентраций этих веществ в акватории р. Амур.

Раньше, где-то до середины XX века, на месте Амурского и Уссурийского бульваров протекали речки, называвшиеся по фамилиям хабаровских купцов - Чердымовка и Плюсинка. Потом они «ушли» в коллекторы под землю и появляются только при впадении в Амур. Речек как таковых уже нет, а названия остались. Какая и

чья вода течёт по этим подземным стокам, наверное, не знает никто, фотографии стоков этих рек изображены на рисунках 1 и 2.



Рис. 1. Сток реки Чердымовка



Рис. 2. Сток реки Плюснинка

Таблица 1

Химический состав воды р. Амур (2011 г.), бассейна р. Амур (2014 г.), сточных вод в районе набережной им. Г.И. Невельского (2017 г.), мг/дм<sup>3</sup>

Показатель	Река Амур (5 км ниже Хабаровска), 2011 г. [1]	Бассейн р. Амур, 2014 г. [2]	Амурский б-р (р. Чердымовка)	Уссурийский б-р (р. Плюснинка)	ПДК <sub>вр</sub>
pH	7,51	-	7,40	8,27	6,5-8,5
Na <sup>+</sup>	17,9	-	17,6	39,5	120
K <sup>+</sup>	(сумма)	-	4,3	10,4	50
Ca <sup>2+</sup>	9,1	-	34	70	180
Mg <sup>2+</sup>	2,81	-	8,2	24	40
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	59,2	-	106	299	-
Cl <sup>-</sup>	3,2	4,65	32	53,1	300
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	16,3	15,9	24	22	100
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,32	0,62	7,41	2,38	0,5
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,008	0,011	0,41	0,22	0,08
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,19	0,33	2,05	3,6	40
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,017	-	0,77	0,08	0,2
Fe <sub>раст</sub>	0,266	0,4	<0,02	0,058	0,1
НП	0,034	0,03	0,2155	0,136	0,05
АСПАВ	0,014	0,01	0,031	0,115	0,1
М	109	109	241,9	532,0	-

Примечания: прочерк - данные отсутствуют; курсив - результаты носят предварительный характер; НП - нефтепродукты; АСПАВ - анионные синтетические поверхностно активные вещества; М - минерализация (сумма ионов).

Вопросы интерпретации результатов исследования качества окружающей среды прежде всего в условиях урбанизированных территорий с точки зрения достоверности и воспроизводимости результатов сложны и неоднозначны. Государственные службы в составе, прежде всего, Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации имеют длинные ряды наблюдений. Это, безусловно, с точки зрения статистики дело хорошее, но один даже очень-очень экстренный выброс-сброс не скажется на среднем результате. А других данных и сведений в открытом доступе обычно не найти.

Исследования, проводимые негосударственными структурами, обладают рядом иных недостатков: как правило, это - отсутствие аккредитации у испытательного центра (лаборатории), короткие ряды наблюдений и небольшое количество публикаций, зачастую невнятные программы наблюдений, различия в перечнях наблюдаемых показателей и другие. Вот и в нашем случае мы сравниваем «длинные» результаты Росгидромета с единичными данными наших исследований. С методической точки зрения это выглядит достаточно сомнительно. Но в рамках нашей задачи правомерно и, к сожалению, безальтернативно. Анализ сточных городских вод проводился по аттестованным методикам (ПНД Ф), результаты отражены в таблице 1.

Результаты, взятые в ежегодниках [1, 2] близки. Из них следует, что ПДК для рыбохозяйственных водных объектов превышаются, как правило, для таких компонентов как железо и аммонийный азот. С высокой степенью вероятности можно предположить, что это результат природно-климатических особенностей бассейна реки Амур и к антропогенному загрязнению имеет очень малое отношение.

Малые городские водотоки центра города значительно более минерализованы и, несмотря на то, что имеют, на первый взгляд, такой же гидрокарбонатно-кальциево-натриево-магниевый состав обладают рядом существенных отличий. Прежде всего, это высокие содержания биогенных ионов, нефтепродуктов и (в одном случае) АСПАВ. Наблюденные концентрации могут превышать ПДК до 15 раз. Да, малый расход водотоков не

может заметно повлиять на экосистему всего Амура, но способен оказать негативное воздействие в городской черте. Особо пристальное внимание рекомендуется уделять поведению ионов аммония, содержание которого в амурских водах высоко и для фоновых участков. Следует также ожидать усиления эвтрофикации в береговых зонах Хабаровска и его пригородов, и, следовательно, изменения кислородного режима водотоков, чему также способствует и значительное содержание нефтепродуктов.

Микробиологические исследования нами не проводились, но следует предполагать неблагоприятное состояние в прибрежных городских акваториях и по этим показателям. На основе проделанной работы и полученных данных, можно сделать вывод, что очевидно в прибрежной зоне происходит обмен веществом и энергией, в следствие чего происходит загрязнение реки, но это влияние либо незначительное и охватывает лишь городской округ, либо нет достаточно сведений о всех источниках антропогенного воздействия, суммарный эффект может оказывать значительное воздействие, для этого требуется активное участие государственных органов по мониторингу сточных вод в городской черте.

#### Литература

1. Ежегодник качества поверхностных вод и эффективности проведённых водоохраных мероприятий на территории деятельности ФГБУ «Хабаровский ЦГМС-РСМЦ» (Хабаровский край, ЕАО) И ФГБУ «Амурский ЦГМС» (Амурская область) за 2011 год - Хабаровск: Изд-во ФГБУ «Хабаровский ЦГМС-РСМЦ», 2012. - С. 27-29.
2. Качество поверхностных вод Российской Федерации. Ежегодник 2014 - Ростов-на-Дону: Изд-во ФГБУ «Гидрохимический институт», 2015. - 529 с.

### **ОСНОВНЫЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ ТУВА)**

**В.И. Забелин**

*Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, Кызыл,  
Республика Тува, Россия*

Расположенная в самом центре Азиатского материка, Тува обладает значительными естественными богатствами и уникальными природными особенностями, не встречающимися больше нигде в соседних и удалённых регионах. Огромный размах новейших тектонических движений обусловил создание системы глыбовых хребтов и межгорных котловин. На юге Тувы по хребтам Цаган-Шибету, Танну-Ола и Сангилен проходит часть мирового водораздела между бассейном Северного Ледовитого океана и крупными впадинами Центральной Азии. К северу от хребта Танну-Ола находится область формирования Енисея - крупнейшей реки Сибири, несущей свои воды на север; к югу от него протекают реки, питающие бессточные озёра Северо-Западной Монголии. Именно здесь происходит совмещение криоаридных и бореальных природных зон, создающих исключительную контрастность и большое разнообразие и мозаичность ландшафтов, и находится самая северная граница пустынь и самая южная - тайги. Почти половина территории покрыта лесами, около одной трети - степями, значительную часть занимают многочисленные реки, ручьи, пресные и солёные озёра. Степи и луга являются хорошими пастбищами для скота. При населении Тувы в 318,6 тыс. чел. (2017 г.) и площади 170,5 тыс. кв. км, плотность населения составляет 1,89 чел./ кв. км, что намного ниже, чем в соседних регионах. На коренных жителей - тувинцев приходится 82% населения.

Являясь центром повышенного биоразнообразия и видообразования животных и растительных организмов, Тува входит в состав признанного WWF Алтае-Саянского экорегиона и включена в число 200 мировых территорий, имеющих большое историко-культурное, природоохранное, рекреационное и научное значение. Геологическое строение Тувы отличается длительной историей развития и особой сложностью, что обуславливает наличие многочисленных минеральных богатств, характеризующихся разнообразием полезных ископаемых.

Природные богатства Тувы издавна привлекали к себе кочевые охотничьи племена. В период развития ранних цивилизаций ими началось изготовление керамической посуды, что сыграло важную роль в приобретении опыта высокотемпературного обжига глины и заложило основы древней металлургии. В энеолите (2,5-2 тыс. л. до н. э.) наряду с употреблением каменных орудий появились первые металлические орудия из бронзы. Наибольший размах добыча руды и производство бронзы в Туве получили с XVI по VIII вв. до н.э., когда руду добывали и плавляли на десятках медных объектах. Один из таких древних рудников располагался в пределах рудного поля медно-никель-кобальтового месторождения Хову-Аксы, промышленное значение которого было оценено и эксплуатация части запасов руд цветных металлов производилась в 1947-1991 гг. Полагают, что медные руды Хову-Аксы разрабатывались с XII по III вв. до н.э. и при этом было добыто около 343,4 тыс. т руды и порядка 7800 т меди [3]. Горно-металлургическое производство сопровождалось вырубкой лесов на большой площади с целью получения древесного угля для выплавки бронзы и разработки рудных жил огневом способом (нагревание руды костром и пролив водой для быстрого охлаждения и растрескивания). В верхней части рельефа (свыше 1200м) лес к настоящему времени восстановился, но ниже и на склонах южной экспозиции площади в десятки кв. км безлесны, заняты степными ассоциациями, здесь развиваются процессы эрозии и исчезли водные источники. Аналогично выглядят окрестности древних выработок рудников Чиргакы, Шемушдаг и др. Разрушению природных комплексов в то время способствовало и активное развитие орошаемого земледелия, которое в ходе хозяйственного освоения территории приводило к ветровой и водной эрозии почв, их засолению, развитию

солончаков, резкому сокращению площадей лесных массивов, прекращению стока степных рек и в целом - к иссушению климата [2].

Следующий этап освоения полезных ископаемых Тувы приходится на раннее средневековье, когда в XII-XIII вв. её территория входила в состав государства Кара-Китаев (Си-Ляо), а его жители - кидане построили несколько городов-крепостей, добывали уголь, железную руду, выплавляли чугун и изделия из него (котлы, топоры, лемеха для плугов и др.), активно занимались земледелием, прокладывая многокилометровые оросительные системы [1]. На р. Элегест сохранились остатки двух городищ, в окрестностях которых в небольших карьерах и штольнях добывался уголь. Участок разработок оконтуривается оплывшими отвалами горных выработок и занимает площадь в несколько кв. км. Экологические последствия хозяйственной деятельности того времени и, в особенности орошаемое земледелие, привели к развитию здесь сухих степей и нанофитоновых каменистых полупустынь, пригодных лишь для ограниченного пастбищного скотоводства.

В 1800 - годы, когда «сибирская золотая лихорадка» добралась и до Тувы, являвшейся тогда подвластной Китаю территорией, до 1917 г. на нескольких приисках было добыто около 40 т россыпного золота. В последующие работы шли в 14 золотоносных районах при ежегодной добыче золота от 0,3 до 1 т, а в период 2002-2014 гг. от 1,1 до 1,8 т. На госбалансе сейчас числятся 25 золотоносных площадей, которые будут отработаны к 2020 г. Добыча россыпного золота обычно сопровождается массовой вырубкой леса в долинах под полигоны, дороги и другие элементы инфраструктуры, а окрестности вокруг приисков на 30-50 км становятся «мёртвой зоной» для диких животных и рыбы. Множество заброшенных приисков при мощности разработки вскрыши и золотоносных песков в 6-12 м оставили после отработки отвалы объёмом многие млн. куб. м и неисчислимые массы песчано-галечного и илистого материала, загрязнившие русла рек, которые прежде являлись нерестилищами ценных видов рыб и имели важное рыбохозяйственное значение.

С образованием на территории бывшего Урянхая в 1921 г. Тувинской Народной Республики и вхождением её в состав Советского Союза в 1944 г. были широко развёрнуты геологопоисковые работы, которые привели к выявлению значительного числа перспективных объектов. Из них было разведано и оценено более двадцати месторождений, обладающих значительными запасами дефицитных видов рудного и нерудного минерального сырья, а также каменного угля, имеющих федеральное значение. При исключительном разнообразии и богатстве минеральных ресурсов республики уровень их промышленного освоения в настоящее время остаётся достаточно низким. Причинами того является труднодоступность и удалённость от железной дороги (387 км) и от промышленно-развитых узлов Южной Сибири, слабая экономическая освоенность, неразвитая транспортная инфраструктура и т.п.

В настоящее время в Туве в незначительных масштабах осуществляется добыча и переработка хризотил-асбеста (комбинат «Туваасбест»), добыча для местных нужд каменной соли на месторождении Дус-Даг, ведётся разработка угля на Каа-Хемском, Чаданском и Межегейском разрезах, скарново-золотые руды добываются и перерабатываются на месторождении Тардан, медный и свинцово-цинковый концентрат выпускается на Кызыл-Таштыгском ГОКе. Функционирование этих горнорудных и угледобывающих предприятий, а также существование законсервированных Хову-Аксинского ГОК «Тувакобальт» и ртутнодобывающего предприятия «Терлигхая» создают большие экологические проблемы. К объектам нерационального использования относится и тувинский плёс Саяно-Шушенского водохранилища, переменный уровень и периодическое полное осушение которого не позволяют сформироваться прудовой экосистеме, поддерживать необходимый уровень грунтовых вод и препятствовать прогрессирующему опустыниванию окрестностей водоёма. Сооружение водохранилища привело к потере богатых пойменных сенокосных и пастбищных угодий, уничтожению при заполнении его ложа многих сотен курганов, стел и других памятников древней культуры и вынудило жителей нескольких населённых пунктов переселиться на малоприспособленные для жизни участки и т.п.

Приведём ряд примеров воздействия горнопромышленного производства на природную среду Тувы. В процессе природопользования человек вынужден преобразовывать окружающую его среду, при этом изменения могут быть как прогнозируемыми, так и носящими непреднамеренно негативный характер; все они уже имеют или могут иметь неблагоприятные экологические последствия в ближайшем или отдалённом будущем. В Туве к объектам, с которыми связана деградация природной среды, относится ряд предприятий горнодобывающего комплекса, ныне действующих либо прекративших свою деятельность по социально-экономическим причинам, и сопровождающихся образованием и накоплением опасных для биосферы отходов производства и потребления.

Комбинат «Туваасбест» - отвалы карьера по добыче асбестосодержащих пород и отходов обогатительной фабрики создают многокилометровый ветровой ореол рассеяния пыли, представляющий опасность для населения и выпасаемого поблизости скота по асбестозу.

ГОК «Кызыл-Таштыг», недавно вступивший в строй, но уже загрязнивший до катастрофических масштабов тяжёлыми металлами промплощадку и протекающую через неё р. Ак-Хем. Располагающийся в высокогорной таёжной местности ГОК сопровождается большими площадями нерационально проведенных вырубок кедрового леса, загрязнённости территории, отсутствием крытого склада готовой продукции и т.п.

Угольная компания «Межегейуголь», начавшая в 2015 г. подземную отработку коксующегося угля, сбрасывает в течение нескольких лет в речную систему Межегей-Элегест шахтные воды с концентрацией в них угольного шлама от 5,6 до 19,9 ПДК, что в переводе на уголь составляет 4-9 т/сутки, т.е. около тысячи т в год загрязняющего реку компонента. Это катастрофическим образом сказалось на биоте речной системы р. Элегест и грозит деградации экосистемы Верхнего Енисея.

Действующие угольные разрезы «Каа-Хемский» и «Чаданский», добывающие открытым способом около 600 тыс. т угля в год, располагаются в степной местности вдали от рек и с ними связано ежегодное наращивание площади отвалов пород вскрыши на пастбищных землях, загрязняемых кроме того по соседству карьерной пылью в больших масштабах. Отвалы можно было помещать в отработанные части карьера.

Бывший комбинат «Тувакобальт» с хранилищами отходов переработки арсенидных медно-никель-кобальтовых руд объёмом около 2 млн. куб. м, содержащих 4-5% соединений мышьяка, в т.ч. в особо токсичной растворимой форме, и 1-3 ПДК ртути. Три из пяти открытых хвостохранилищ не рекультивированы с поверхности и подвергаются ветровой и водной эрозии. Поток рассеяния соединений мышьяка, никеля, цинка и меди по р. Элегест спустился на 70 км до Верхнего Енисея и уже фиксируется в донных осадках и в воде Саяно-Шушенского водохранилища.

Это даже неполное перечисление экологических проблем горнодобывающих предприятий Тувы даёт возможность проанализировать причины их возникновения. Среди них важнейшей является несовершенство проектных решений по современному освоению объектов, начиная от подъездных путей и заканчивая технологией добычи сырья, с требованием его комплексной и полной переработки, максимальным сокращением количества отходов, их обезвреживанием или переработкой в новые продукты или сырьё для них. Обязательно использование очистных сооружений, без вступления в строй которых не должно начинать работы ни одно предприятие. До начала работ должна быть полностью создана инфраструктура нового предприятия: проложены с твёрдым покрытием все подъездные пути, устроены постоянные водопроводы, электролинии, переходы, введены в строй все предусмотренные проектом цеха, склады, хранилища бытовых отходов и с особой тщательностью - хранилища отходов переработки сырья, для которых должны быть предусмотрены меры безопасного хранения на длительный срок после завершения работы предприятия. В новых производствах материальные и энергетические потоки не должны соприкасаться с окружающей средой, а работа, закрытие и ликвидация горнодобывающих предприятий должна осуществляться на принципах сохранения окружающей среды для ныне живущих и грядущих поколений.

#### Литература

1. Кызласов Л.Р. История Тувы в средние века. - М.: Изд-во МГУ, 1969. - 211 с.
2. Прудникова Т.Н. Природные закономерности развития орошаемого земледелия в древней Туве: Автореферат. Дис.канд. геогр. наук. - Красноярск, 2005. - 22 с.
3. Сунчугашев Я.И. Горное дело и выплавка металлов в древней Туве. - М.: Изд-во Наука, 1969. - 140 с.

### ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД СЕЛИТЕБНЫХ И РЕКРЕАЦИОННЫХ ЛАНДШАФТОВ ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАВКАЗА

Е. А. Заиченко

Научный руководитель доцент, к. г. н. Шишкина  
Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

В Краснодарском край с каждым годом идет стремительное развитие туризма, следовательно, увеличивается и рекреационная нагрузка на территории края. В связи с таким развитием, вопрос об экологическом состоянии компонентов окружающей среды является одним из главных.

Для изучения были выбраны следующие территории: окрестности СОЛ «Лиманчик» (пос. Абрау), участки в районах городов: Новороссийск, Туапсе, Сочи и Горячий Ключ и реки Туапсе, Сочи, Мзымта и Псекупс (рис. 1)

Для эколого-гидрохимической оценки состояния водных объектов были проанализированы данные Министерства природных ресурсов КК и данные предоставленные Гидрохимическим институтом.

В таблице представлена характеристика водных объектов, выбранных для изучения, расположение постов наблюдения, приоритетные ЗВ и класс качества воды.

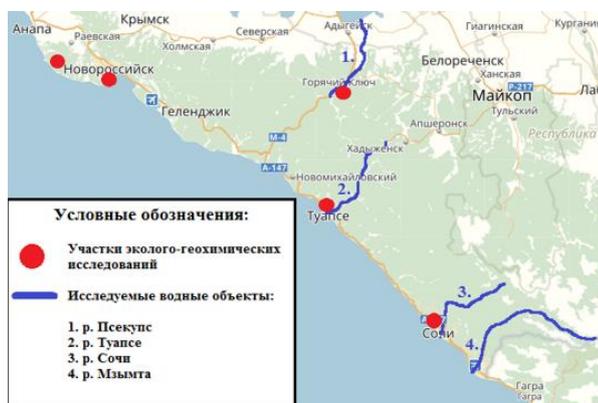


Рис. 1 Объекты изучения

Таблица 1

Характеристика рассматриваемых водных объектов

Водный объект	Расположение поста	Загрязняющие вещества	Класс качества
р. Псекупс	г. Горячий Ключ (0,8 км ниже города)	БПК <sub>5</sub> , медь, железо общее, ХПК	3Б Очень загрязненная
р. Туапсе	г. Туапсе (в черте города)	БПК <sub>5</sub> , ХПК, медь, железо общее, азот нитратный, азот аммонийный, фенолы	4А Грязная
р. Сочи	г. Сочи (в черте города)	ХПК, медь, цинк, никель, БПК <sub>5</sub> , железо, нитриты.	3А Загрязненная
р. Мзымта	г. Адлер (в черте города, 1,5 км выше устья)	БПК <sub>5</sub> , азот нитритный, никель, марганец, медь, железо общее	2 Слабо загрязненная

Наибольшее загрязнение в реках наблюдается по двум элементам: железо общее и нитриты.

Наиболее загрязненная из водных объектов является река Туапсе (рис. 2). Класс качества которой 4А - оценивается как грязная. Закономерностей в распределении химических элементов в течении трех рассматриваемых лет не наблюдается. В 2014 году заметно резкое увеличение концентраций магния (37,5 мг/л), железа общего (0,3 мг/л - 3 ПДК), нитратов (0,04 мг/л - 2 ПДК) и азота аммонийного (0,39 мг/л - граница ПДК), в 2015 - натрия и калия.

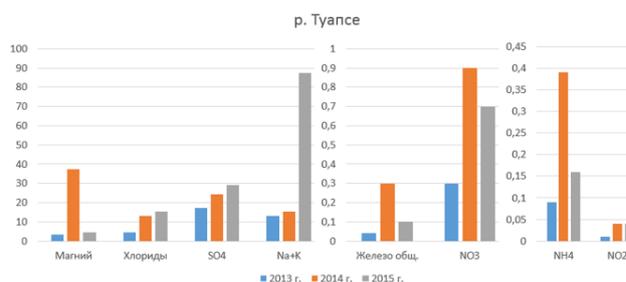


Рис. 2 Содержание основных элементов в р. Туапсе, мг/л

Основными антропогенными источниками загрязнения рек являются неорганизованные хозяйственно-бытовые и ливневые стоки, смывы с водосборных площадей, организованные выпуски сточных вод с территорий предприятий городов, туристическая нагрузка в летне-осенний период, а также круглогодичное судоходство.

Для педогеохимического изучения были выбраны следующие участки (рис. 1):

- окрестности СОЛ «Лиманчик» (п. Абрау);
- площадка на территории Новороссийской государственной морской академии (в юго-восточной её части);
- участок на окраине города Горячий Ключ;
- участок в черте г. Туапсе;
- строительная площадка жилой застройки в южной части г. Сочи.

По средним содержаниям веществ в почвах на изучаемых участках были составлены геохимические спектры распределения химических элементов в почвах, из которых видно, что содержания элементов в почвах в целом сопоставимы с региональным фоном либо не значительно превышают его (рис. 3-7) [1,3].



Рис.3 Геохимический спектр содержания химических элементов в почве окрестностей СОЛ «Лиманчик», мг/кг (составлен автором)

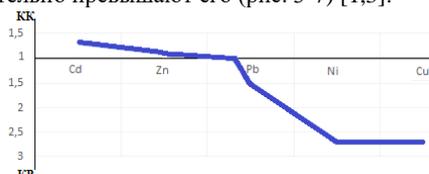


Рис. 4 Геохимический спектр содержания химических элементов в почве г. Новороссийск, мг/кг (составлен автором)

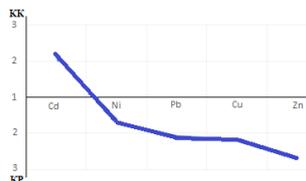


Рис. 5 Геохимический спектр содержания химических элементов в почве г. Горячий Ключ, мг/кг (составлен автором)

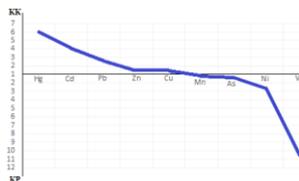


Рис. 6 Геохимический спектр содержания химических элементов в почве г. Туапсе, мг/кг (составлен автором)

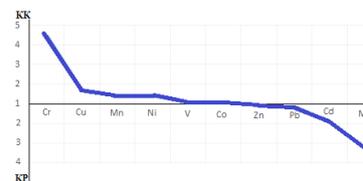


Рис. 7 Геохимический спектр содержания химических элементов в почве г. Сочи, мг/кг (составлен автором)

В отдельных точках концентрации элементов превышают ПДК. Поэтому для этих точек был рассчитан коэффициент опасности (табл. 2).

**Таблица 2**

**Содержание веществ и элементов превышающих ПДК**

Участки	Элементы и вещества	Кол-во проб	Содержание	Коэффициент опасности
СОЛ «Лиманчик»	Cu	3	150-300	1,1-2,3
	Zn	1	300	1,4
	V	1	200	1,3
г. Новороссийск	Zn	1	2486	11,3
г. Горячий Ключ	Hg	1	4,26	2
г. Туапсе	Нефтепродукты	3	1120-3600	1,12-3,6
г. Сочи	Pb	2	200	1,5
	Zn	1	300	1,4
	Cu	1	400	3
	V	6	200	1,3

\* Коэффициент опасности рассчитан по формуле  $K_o = C_i / ПДК$

В окрестностях СОЛ «Лиманчик» ПДК превышение концентраций обнаружено в сосновой роще, на месте бывших виноградников. Такие превышения могут быть результатом применения медь- и цинксодержащих пестицидов для борьбы с грибковыми болезнями винограда. На участке в г. Новороссийск в одной из точек наблюдается «ураганная» концентрация цинка, это связано с близостью автодороги.

В районе города Горячий Ключ в одной пробе наблюдается значительное превышение по ртути, антропогенным источником поступления ртути в почву служит разработка и добыча в данной точке нефти. В г. Туапсе ПДК превышает концентрация нефтепродуктов две пробы характеризуются низким уровнем загрязнения, одна - высоким. В почвенном покрове города Сочи наблюдаются превышения ПДК по свинцу, меди, цинку и ванадию. Концентрации ванадия превышают ПДК в шести точках, но т.к. превышение невысокое и площадь загрязнения небольшая можно оценивать его как неопасное [3].

Также был рассчитан суммарный показатель загрязнения почв на исследуемых участках. По результатам которого, все почвы имеют допустимую категорию.

В целом экологическая обстановка на рассматриваемых участках удовлетворительная. Но территория г. Туапсе выделяется, ее можно отнести к напряженной категории. Такое экологическое состояние является результатом функционирования предприятий, связанных с переработкой, хранением и транспортировкой нефти, нефтепродуктов на территории города и в его окрестностях.

**Литература**

1. Геохимия, систематика и оценка состояния ландшафтов Северного Кавказа. / Под ред. Дьяченко В.В.- Ростов н/Д.: Изд-во Арк ОП, 2004. - 266 с..
2. Заиченко Е.А. Эколого-геохимическая оценка почвенного покрова приморской территории городского округа Новороссийск // Экология России и сопредельных территорий: материалы XXI Международной экологической студенческой конференции. - Новосибирск: 2016 г. - С. 41.
3. Экология Кубани. Ч.1, 2 / Под ред. Белюченко И.С.- Краснодар: Изд-во КГАУ, 2005. - 513 с.

**РАДОНООПАСНОСТЬ В РАЙОНАХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ  
ГРАНИТОИДОВ**

**А.Н. Злобина**

Научный руководитель профессор Л.П. Рихванов

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия.**

В районах залегания пород с высоким содержанием естественных радиоактивных элементов (ЕРЭ) в большинстве случаев отмечается повышенная активность газа радона ( $^{222}\text{Rn}$ ) - продукта распада урана ( $^{238}\text{U}$ ). Канцерогенное действие Rn считается доказанным. В ряде стран, где выявлена опасная радиоэкологическая ситуация, обусловленная Rn (Швеция, Норвегия, Финляндия, Франция и др.) отмечается повышенная заболеваемость раком легкого, лейкомиями и другими злокачественными новообразованиями [5, 6].

Целью данной работы является определение потенциальной опасности по Rn в районах г. Белокуриха Алтайского края, пгт. Колывань Новосибирской области, г. Чжухай провинции Гуандун в Китае и г. Эшасьер региона Овернь во Франции.

Изучаемые районы располагаются на высокорadioактивных гранитоидах, для которых определены повышенные концентрации ЕРЭ элементов (U, Th). В районе г. Эшасьер (Франция) содержания U в гранитоидах достигают 120 г/т, Th - 10 г/т; в районе г. Чжухай (Китай): U - 26 г/т, Th - 100 г/т; в Белокурихе Алтайского края: U - 6 г/т, Th - 21 г/т; в Колывани Новосибирской области: U - 9 г/т, Th - 47 г/т.

На данных территориях ведутся работы по добыче гранитов, щебня, глин (Колывань, Белокуриха, Эшасьер) и разработка месторождений кор выветривания ионно-сорбционного типа (провинция Гуандун). Это повышает радиационную опасность, связанную с гамма-фоном и радоновыделениями.

Территории с повышенным гамма-фоном следует рассматривать, в первую очередь с позиций потенциальной опасности по Rn, поскольку маловероятно возникновение критических ситуаций за счет внешнего облучения в дозах, превышающих установленные нормы. Вместе с тем, использование в качестве строительного материала горных пород с повышенными кларками ЕРЭ может провоцировать в ряде случаев радоноопасные ситуации в жилых домах.

Отметим также, что в процессах выветривания гранитоидов эманация Rn в разы усиливается за счет высвобождения U из структурных решеток минералов и перехода его в другие формы.

Данные, полученные нами при помощи прибора радиометра Rn «Альфарад» в сентябре 2017 г. в районах г. Белокуриха и г. Новосибирск, а также исследования Wang в районе г. Чжухай и Billon в районе г. Эшасьер представлены на рис. 1. Расчетные данные плотности потока Rn показаны на рис. 2.

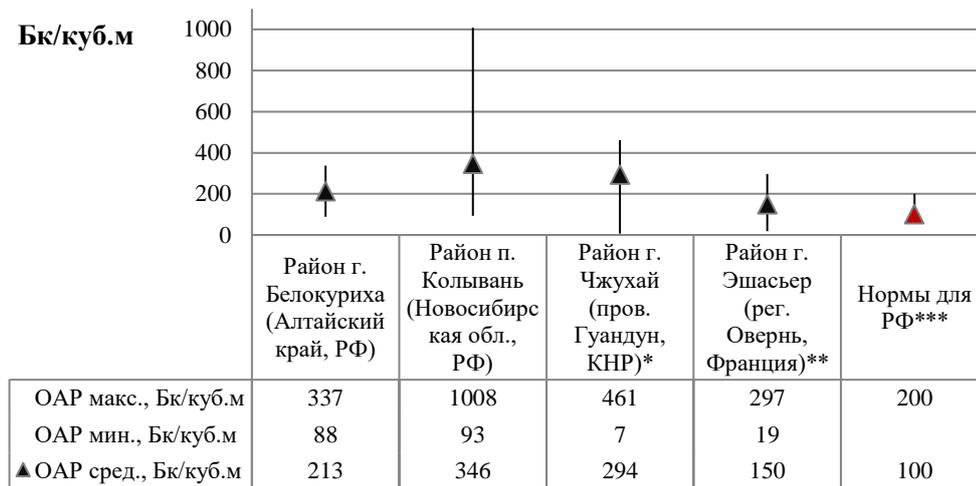


Рис. 1 График данных измерений объемной активности радона (ОАР) в исследуемых районах. \*По данным Wang N. [7]. \*\* По данным Billon [4] \*\*\* Нормы радиационной безопасности 96, 99 [2]

Наиболее высокая объемная активность радона (ОАР) и плотность потока радона (ППР) выявлены в районе карьера по добыче гранитов вблизи пгт. Кольвань в Новосибирской области. Значения достигают  $1008 \pm 202$  Бк/куб.м и  $276 \pm 103$  мБк/(кв.м\*с), соответственно. В целом, средние показания для ОАР в исследуемых районах превышают допустимый уровень для РФ в 200 Бк/куб.м, установленных НРБ-99.

Отмечено, что высокорadioактивные зоны чаще всего расположены вблизи разрывных нарушений. Ю.Л. Азаев определил, что в Белокурихе такие места находятся на ул. Алтайской и ул. Эйхе, где ОАР достигает 560 Бк/куб.м. [1].

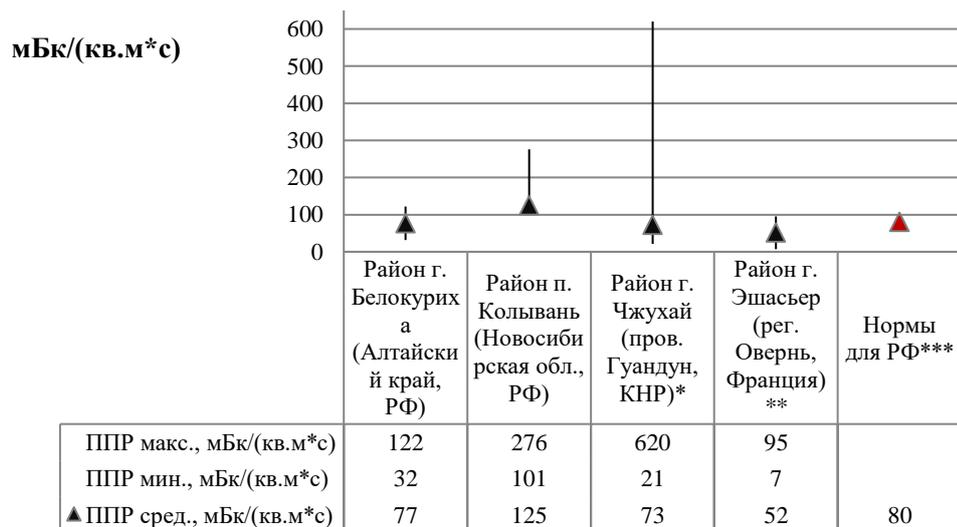


Рис. 2 График расчета плотности потока радона в исследуемых районах. \*По данным Wang N. [7]. \*\* По данным Billon [4] \*\*\* СП 11-102-97 «Инженерно-экологические изыскания для строительства» [3]

Основываясь на строительных нормах и правилах СП 11-102-97 «Инженерно-экологические изыскания для строительства», в которых указано, что при строительстве зданий при превышении ППР с поверхности земли в 80 мБк/(кв.м\*с), требуется изоляция поступления Rn - противорадоновая защита (табл).

Таблица

**Классы противорадоновой защиты [3]**

Средняя по площади здания плотность потока $R_p$ на поверхности грунта, мБк/(кв.м*с)	Класс требуемой противорадоновой защиты (характеристика противорадоновой защиты)
Менее 80	I. Противорадоновая защита обеспечивается за счет нормативной естественной вентиляции помещений
От 80 до 200	II. Умеренная противорадоновая защита
Более 200	III. Усиленная противорадоновая защита

Для всех исследуемых районов, кроме пгт. Колывань в Новосибирской области, средние ППР соответствуют значению меньше 80 мБк/(кв.м\*с), однако в некоторых точках наблюдаются anomalно высокие показания, достигающие  $620 \pm 76$  мБк/(кв.м\*с), как в случае района г. Чжухай в Китае. Согласно СП 11-102-97 это требует усиленных противорадоновых мер защиты. Однако нами было отмечено, что в южно-китайских районах, в частности в провинции Гуандун, широко распространено строительство домов из кирпичей, сделанных из местной радиоактивной глины, что еще больше усиливает радиационную нагрузку на местное население.

В Новосибирске из радиоактивного колыванского гранита построены многоэтажные дома в жилом микрорайоне «Снегири» (5-й микрорайон на севере Калининского района). Это является опасным радиоэкологическим фактором для тысяч новосибирцев.

**Литература**

1. Азаев. Ю.Л. Радиационно-гигиеническая обстановка в предгорьях Алтая и ее оптимизация на курорте Белокуриха: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.07 / Азаев Юрий Лиджиевич; АГМУ. - Кемерово, 1997. - 25 с.
2. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. - М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. - 100 с.
3. Свод правил по проектированию и строительству (СП 11-102-97): Инженерно-экологические изыскания для строительства. - М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2001. - 38 с.
4. Billon S., Morin S. et al. French population exposure to radon, terrestrial gamma and cosmic rays. *Radiat. Prot. Dosim.* 113(3): 314-320 (2005).
5. Henshaw D.L., Allen J.E. Is indoor radon linked to leukaemia in children and adults? - A review of the evidence // *Natural Ionizing radiation and health. Proceedings from a symposium held at the Norwegian Academy of Science and Letters, Oslo, 2002.* AIT Enger A/S, Otta, 2002. P. 152
6. UNSCEAR: United Scientific Committee on the Effects of Atomic radiation. UNSCEAR2006 Report: Annexe E: Source-to-effects assessment for radon in homes and workplaces. New York: United Nations. 2009, pp. 195-334.
7. Wang N., A. Peng, L. Xiao. The level and distribution of  $^{220}\text{Rn}$  concentration in soil-gas in Guangdong province, China // *Radiation Protection Dosimetry*, 2012. Vol. 152, No. 1-3, pp. 204-209.

**ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НЕФТЕСОРБЕНТОВ В УСЛОВИЯХ  
ОБЛЕДИНЕНИЯ И НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР**

**Е.А. Квашева, Е.С. Ушакова**

Научный руководитель: к.т.н. А.Г.Ушаков

**Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф.Горбачева,  
г. Кемерово, Россия**

Арктика - это одна из последних нетронутых кладовых «черного золота», которая привлекает своими запасами промышленные комплексы, занимающиеся добычей и транспортировкой нефти, в целях удовлетворения увеличивающихся потребностей человечества в 21 веке. Однако, совсем близок тот день, когда Арктика окажется в списке мест, где происходит безостановочная добыча нефти. Согласно данным ООН, запасы арктической нефти составляют 83 млрд баррелей нефти, что составляет 13 % от мировых разведанных запасов. Но оценки углеводородных запасов Арктики, публикуемые разными странами мира, отличаются в разы. Пока полноценные геологоразведочные работы на всех участках шельфа не проводилось, а значит, степень достоверности исследований достаточно низка. В Арктике происходит уменьшение ледяных покровов, что способствует открытию новых областей для добычи и транспортировки нефти.

Ученые из Всемирного фонда дикой природы (WWF) считают, что Арктика относится к региону, который из-за природной ценности и уязвимости ни в ком случае не должен быть подвержен загрязнению в результате разливов нефти. При арктических условиях авария с разливами нефти более вероятна, последствия ликвидировать труднее, чем в любой другой точке нашей планеты: низкие температуры, дрейф льда, сильные порывы ветра и другие факторы [1].

Как правило, аварии с выбросами нефти в окружающую среду возможны на любом из этапов добычи, хранения, транспортировки нефти или нефтепродуктов. Основные источники - это фонтанирующие скважины во время разведки или добычи, утечки из трубопроводов и резервуаров для хранения нефтепродуктов (на суше, разведочных и добывающих платформах), а также в результате аварий с участием различного транспорта [2].

В целом принято разделять методы ликвидации нефтяных разливов на четыре основных категории: механический сбор, когда с помощью боновых заграждений нефть удерживают в зоне разлива, а затем удаляют с

поверхности нефтесборщиками и насосами; немеханическое извлечение, когда локализация подразумевает собой использование химических реагентов противодействующих распространению нефти. Сжигание или биологическая очистка нефтяного загрязнения необходимы для разложения или рассеивания нефтяного пятна. Ручные методы, когда удаление нефти с использованием ручных инструментов и способов, таких как ведра, лопаты или сети. И наконец, четвертый метод - это очистка разливов нефти при помощи сорбентов различного происхождения. Однако основная деятельность по разведке, добыче, хранению и транспортировке нефти в обледенелых водах предполагает сочетание механического удаления разлитой нефти с методом применения сорбентов и немеханических - сжигание на месте и использование диспергаторов - для очистки или обработки разлитой нефти [1].

Указанные методы имеют свои преимущества и недостатки, однако наиболее применимым по сегодняшний день является метод сорбционного сбора нефти с помощью различного класса сорбентов: минеральных, синтетических, органических, на основе вторичного сырья и т.д. [2].

На сегодняшний день на рынке сорбционных материалов существует более двух сотен различных сорбентов, однако достаточно тяжело сделать предположение об эффективности их применения в условиях низких температур, обледенелых вод. Одной из главных проблем при ликвидации нефтеразливов является высокая скорость распространения нефтяного пятна. При полном растворении нефти в воде сбор ее с поверхности практически невозможен. Применяемые сегодня сорбенты имеют небольшой вес и вследствие этого обладают парусностью, поэтому при использовании их в реальных условиях возникает проблема с нанесением и сбором. Даже после полного насыщения сорбент сохраняет способность быстро передвигаться под действием ветра и течений, тем самым ограничивая область своего применения.

Решением проблемы могут стать магнитные сорбенты. В их состав включен магнитный компонент, что повышает эффективность использования сорбента за счет управления магнитным полем. В случае использования магнитных сорбентов появляется возможность направлять его в места высокой концентрации загрязнения. Таким образом, достигается максимальная обработка сорбента.

На кафедре Химическая технология твердого топлива КузГТУ найден способ получения магнитного углеродного сорбента. В качестве связующего для получения нефтесорбента использовали отходы животноводческих предприятий и биологических очистных сооружений сточных вод. Наполнитель представлял собой углеродосодержащие отходы (угольные, коксовые, древесные отходы) [3].

В роли магнитной составляющей, для управлением сорбентом магнитным полем использовали магнетит ( $Fe_3O_4$ ). Согласно лабораторным исследованиям для получения оптимального состава сорбента необходимо вводить 21 % мас. связующего в смеси для окатывания. Количество добавляемого магнетита в сорбент составляет 5-10% мас. После окатывания гранулы поступают на пиролиз, при котором происходит нагрев сырья без доступа воздуха с последующей углекислотацией до получения углеродистого твердого остатка - карбонизата (сорбента).

Сорбент по своим характеристикам должен быть олеофильным и вместе с тем гидрофобным, то есть, не взаимодействуя с водой сорбировать нефть с водной поверхности. При адсорбции нефть избирательно притягивается к поверхности сорбента.

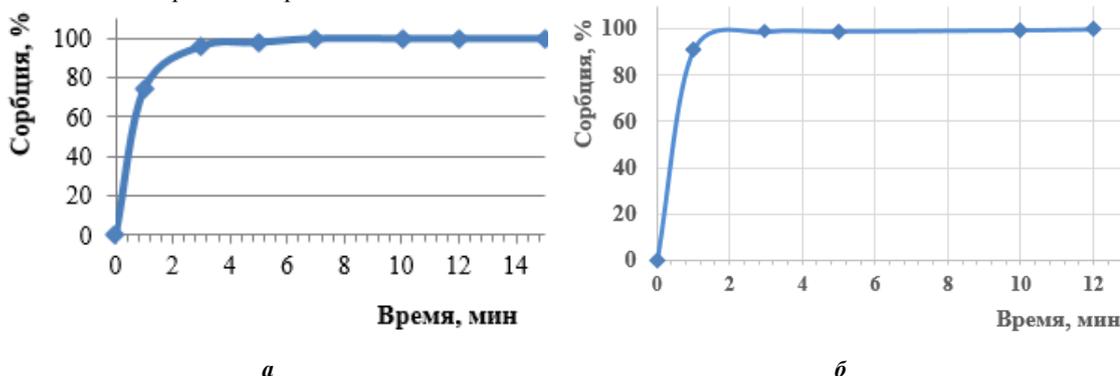


Рис. 1 Кинетика сорбции: а - при положительной температуре, б - при отрицательной температуре

При сборе нефти в арктических условиях в зависимости от величины разлива нефти в водоеме рассчитывается количество необходимого сорбента. При нахождении углеводородов на открытой поверхности сорбент вносят на слой нефтепродукта с помощью судна катамарана, на котором между корпусами смонтировано устройство для сбора отработанного сорбента. Также для ликвидации разливов нефтепродуктов используется однокорпусное судно с установленным в носовой части подъемным устройством с подвешенной электромагнитной шайбой. Электромагнитная шайба перемещает определенную порцию сорбента из емкости находящейся на борту, в слой разлитых нефтепродуктов. Сбор отработанного сорбента с водной поверхности осуществляется также с помощью шайбы. Над сборной емкостью, электрическое питание шайбы отключают, и насыщенный адсорбент под собственным весом падает в сборную емкость [4].

В условиях нахождения нефти подо льдом - с помощью буровых устройств вырезают лунку для загрузки сорбента. Затем с помощью магнитного поля перемещают сорбент подо льдом в место с высокой концентрацией загрязнения и таким же способом собирают отработанный сорбент.

В лабораторных условиях были проведены эксперименты по сорбции нефтепродуктов сорбентами в холодное время года. На рисунке представлены графики кинетики сорбции при положительных (+18 °C) и

отрицательных (- 20 °С) температурах. В холодное время года за первую минуту сорбция достигает отметки 80 % в отличие от сорбции в теплое время года, которая за тот же промежуток времени составляет 70 %. Вероятно, такие показатели связаны с тем, что при отрицательных температурах нефть расслаивается, более тяжелые фракции в результате повышения вязкости занимают нижние слои разлива, а на поверхности остаются более легкие фракции, сорбция которых происходит интенсивнее, а, следовательно, сорбционное равновесие наступает быстрее.

Применение магнетита в составе сорбента позволит решить такую проблему как парусность и неуправляемость разливом нефти под воздействием погодных условий. Средняя скорость процесса поглощения нефти составляет 10 минут, температурный режим работы сорбента зависит от вида поглощаемого им нефтепродукта и составляет от -70 до +100 °С, что позволяет использовать его при сборе нефти в арктических условиях. При введении магнетита в состав нефтесорбента, появляется возможность управления не только сорбентом, но нефтяным пятном, на которое он будет помещен, следовательно, процесс сбора нефти будет отличаться высокой эффективностью в любых экстренных ситуациях. Кроме того, появляется возможность направлять сорбент в места максимальной концентрации нефти в водоеме с помощью магнитного поля.

#### Литература

1. Разливы нефти. Проблемы связанные с ликвидацией последствий разливов нефти в арктических морях / Всемирный фонд дикой природы (WWF). - Осло: Международная арктическая программа Всемирного фонда дикой природы, 2007. - 32 с
2. Павленко В. И. Фундаментальные научные исследования в интересах локализации и ликвидации разливов нефти в Арктике // Вестн. Совета безопасности Российской Федерации. - 2011. - № 5(17). - С. 154-161
3. Квашева Е.А. Процесс получения магнитного сорбента в лабораторных условиях / Е.А.Квашева, А.Г.Ушаков, И.В. Козлова // Сборник материалов VIII Всероссийской 62 Научно-практической конференции молодых ученых «Россия молодая». - Кемерово: КузГТУ, 2017
4. Флорес Ариас М.М. Разработка сорбента с магнитными свойствами на основе оксидов железа и отходов металлургического производства для ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов [Текст]: дис...канд. т. наук: 02.00.11: защищена 28.12.12: утв. 15.06.13/ Флорес Ариас Мария Мелисса. - Белгород, 2012. - 137 с.

### **КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ БУРОВОГО ШЛАМА НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

**А.А. Климова**

Научные руководители профессор Языков Е.Г., доцент Азарова С.В.

***Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия***

В результате деятельности по добычи нефти происходит образование большого количества попутных отходов - бурового шлама и отработанного бурового раствора. Увеличение строительства буровых площадок ведет к приумножению количества отходов бурения. Однако основной объем отходов составляет именно буровой шлам, извлекаемый из скважины на поверхность. Только на территории Западной Сибири ежегодно складировются миллионы тонн шламов [5].

Число пробуренных скважин увеличивается с каждым годом, более 70% которых расположены в экологически уязвимых районах с неблагоприятными природно-климатическими и почвенно-ландшафтными условиями [4].

При размещении отходов бурения в объектах природной среды происходит ухудшение качества окружающей среды в районах ведения буровых работ [3, 4, 6].

Буровой шлам, образуется при бурении скважин с использованием буровых растворов, данный отход производства содержит в своем составе загрязняющие вещества, оказывающие негативное влияние на компоненты природной среды.

Оценку экологической опасности бурового шлама можно осуществить путем проведения оценки состояния отходов с помощью комплекса аналитических методов исследования: рентгеноструктурного анализа, сканирующей электронной микроскопии, атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП), количественного анализа нефтепродуктов флуориметрическим методом, измерением магнитной восприимчивости, а также методов биотестирования.

Целью работы является поиск комплексного подхода к изучению бурового шлама нефтяных месторождений, а также оценка экологической опасности данного вида отхода на основе химических, физических, минералогических анализов и методов биотестирования.

Для проведения оценки опасности отходов бурения, образцы бурового шлама отбирались на нефтяных месторождения Западной Сибири: Первомайское, Катыльгинское, Южно-Черемшанское и Лугинецкое. Пробы отбирались методом конверта в шламовых амбарах.

По данным количественного анализа содержание нефтепродуктов в исследуемом буровом шламе колеблется в пределах от 270 до 2710 мг/кг. Минимальная концентрация бурового шлама содержится в пробе с Южно-Черемшанского месторождения. Максимальная концентрация нефтепродуктов отмечается в пробе Лугинецкого месторождения. Исследуемые пробы с нефтяных месторождений, за исключением пробы с Южно-Черемшанского месторождения, выделяются повышенным содержанием нефтепродуктов в сравнении с ОДК (в почве).

Химический состав образцов был определен методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-AES). Проведенные исследования выявили наличие в пробах бурового шлама большого количества тяжелых металлов. Были выделены элементы, превышающие значения ПДК (ОДК) и кларк земной коры (по Виноградову): - это As, Cu, Pb, Zn.

В МИНОЦ «Урановая геология» при кафедре геоэкологии и геохимии ТПУ был проведен рентгеноструктурный анализ проб бурового шлама нефтяных месторождений. Исследование показало, что основной состав исследуемых проб бурового шлама - это кварц, мусковит и альбит. Наличие такой минеральной ассоциации указывает на схожий состав исходных вмещающих пород.

С помощью сканирующей электронной микроскопии был определен элементный состав исследуемых проб, в составе найденных минералов отмечаются следующие химические элементы: As, Pb, Ba, Fe, Ti, Zr, Mn. Это подтверждается результатом атомно-эмиссионного анализа образцов бурового шлама [1, 2].

Для оценки токсичности исследуемого бурового шлама был применен метод биотестирования, где в качестве тест-объектов использовались водоросли хлореллы *Chlorella vulgaris* Beijer и плодовые мушки *Drosophila melanogaster*. Биотестирование проб бурового шлама выявило наличие токсического эффекта.

Таким образом, исследуемые пробы бурового шлама являются токсичными и потенциально опасными для природной среды, поскольку содержат тяжелые металлы, относящиеся к I и II классу опасности, а также часть проб выделяется повышенной концентрацией нефтепродуктов.

Предложенный комплексный подход по изучению бурового шлама, его состава и токсичности позволяет определить экологическую опасность данного вида отхода бурения в целях дальнейшей разработки средозащитных мероприятий и способов утилизации образованных отходов.

#### Литература

1. Климова (Мех) А.А. Изучение бурового шлама с использованием сканирующей электронной микроскопии на примере объектов Томской области // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXI Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов молодых ученых, посвященного 130-летию со дня рождения профессора М.И. Кучина, Томск, 3-7 апреля 2017 - Томск: Изд-во ТПУ, 2017 - Т. 1 - С. 784-785
2. Климова (Мех) А.А. Комплексная эколого-геохимическая оценка буровых шламов нефтяных месторождений Томской области // Проблемы недропользования: Сборник научных трудов. Часть II / Санкт-Петербургский горный университет. СПб, 2017. с. 174
3. Крыса В.В., Малышкин М.М. Методика определения класса опасности соленых буровых шламов // Записки Горного института. Санкт-Петербург. 2013. С. 50-54
4. Пашкевич М. А. Разработка методологии мониторинга экологической опасности отходов бурения / М. А. Пашкевич, М. В. Гвоздецкая // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2013. - № 10. - С. 314-317.
5. Пашкевич М.А. Экологический мониторинг: учебное пособие / М. А. Пашкевич, М. А. Куликова. - Санкт-Петербург: Нац. минерально-сырьевой ун-т Горный, 2013. - 100 с.
6. Пичугин Е.А. К вопросу различия буровых и нефтяных шламов / Е.А. Пичугин, Б.Е. Шенфельд // Экология и промышленность России, 2017. Т. 21. №7. с. 14-19.

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОСМОСНИМКОВ

А.В. Ковалёв

Научный руководитель профессор, д.т.н. Н.Г. Марков

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Сочетание природных и антропогенных процессов со временем приводит к изменению состояния земной поверхности. Одним из наиболее удобных и точных методов для оценки экологического состояния и анализа ландшафтов территорий является использование данных аэрокосмического мониторинга Земли. Существенная пространственная неоднородность исследуемых природных комплексов, их динамичность и большая площадь вызывает необходимость разработки новых алгоритмов, подходящих для моделирования и прогноза сложных пространственных зависимостей, являющихся важной характеристикой многих типов земной поверхности. На сегодняшний день существует несколько систем анализа динамики земной поверхности, но они не позволяют развивать или редактировать уже заложенный в них функционал.

Исходя из этого, создание системы для моделирования и прогноза состояния различных территорий является актуальной и практически важной задачей. Такая система позволит производить исследование и оценку наилучших параметров для анализа динамики изменения территорий, добавлять новые характеристики для более точного прогноза процессов на земной поверхности. Наиболее перспективным методом для работы с аэрокосмоснимками является использование клеточных автоматов (КА), которые позволяют моделировать сложные системы с помощью простого набора правил изменения систем.

КА являются математической идеализацией физических систем в виде совокупности наборов смежных пикселей, покрывающих изображение. При работе с данными дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), каждый пиксель рассматривается как ячейка клеточного автомата с его окрестностью (обычно применяется 4, 8 или 24 «соседей»). Для изменения значения в ячейке применяются правила функции перехода с учетом окрестности. Это повторяется до тех пор, пока необходимое количество пикселей не перейдет в новое состояние в зависимости от пространственных и вероятностных характеристик на изображении. Так как клетка всегда изменяет свое состояние через различные итерации, клеточные автоматы имеют эволюционный процесс [1].

## СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.

В работе использован многоэтапный подход к анализу динамики земной поверхности. На первом этапе необходимо было определить временной интервал между космическими снимками территории, на втором этапе происходит определение классов для классификации изображения. На третьем этапе определяются основные параметры моделирования КА. Далее необходимо подсчитать матрицу ранжирования, которая позволяет преобразовать в первую очередь элементы изображения с наибольшей вероятностью перехода в тот или иной класс (чем больше вероятность перехода текущего пикселя, тем больше порядковый номер). После расчёта матрицы ранжирования, для каждого элемента изображения формируется квадратная окрестность заданного размера. Каждая такая окрестность будет представлять собой отдельный КА. Далее по predetermined правилам функционирования КА формируется каждый элемент моделируемого изображения. Это выполняется до тех пор, пока все элементы согласно матрице ожидаемых переходов, не перейдут в элементы соответствующих типов. В данном алгоритме рассматривается использование двух вероятностей для получения результирующей вероятности [2].

Разработанное ПО позволяет открыть разновременные снимки, задать количество итераций, выбрать размер окрестности, и, если необходимо, выполнить ранжирование пикселей изображения. Количество итераций задаёт временной интервал, на который необходимо сделать прогноз. Например, если входной набор данных содержит снимки за 2015 и 2016 г., то для прогноза на следующий временной интервал (2017 год) необходимо выставить количество итераций равное единице (рис. 1).

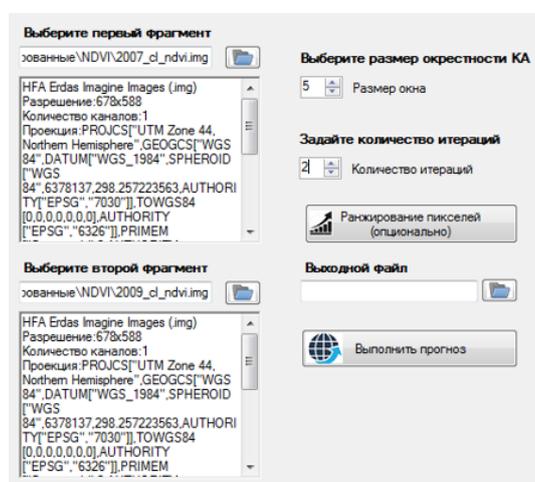


Рис. 1 Главное окно программы

Программное обеспечение разработано с помощью языка программирования C#, API Windows Forms и библиотеки GDAL, которая предоставляет возможность загрузки, сохранения данных ДЗЗ, их обработки и визуализации. Разработанная программа для моделирования окружающей среды содержит ряд дополнительных подсистем для обработки имеющегося набора спутниковых данных, их загрузки в систему и сохранения, а также используется СУБД для возможности хранения и эффективного оперирования данными и геоинформационная система для возможности проведения классификации.

В работе использованы данные MODIS с пространственным разрешением 500 метров территории Юганского заповедника с подсчитанными значениями нормализованного разностного вегетационного индекса (NDVI) за 2000-2008 гг. с интервалом в 2 года и снимки Landsat с пространственным разрешением 30 м территории лесоболотных комплексов Томской области за 2007 и 2009 гг., а изображение за 2011 г. использовалось в качестве эталонного для оценки точности прогноза. Для используемых данных Landsat были также получены карты значений NDVI. Изображения разбиты на 4 класса, так как в данном случае это позволило определить основные типы поверхности на исследуемой области (густая растительность, разреженная растительность, гарь, водные объекты).

Для иллюстрации полученных результатов, на рис. 2 представлено полученное прогнозное изображение снимков Landsat на 2011 год.

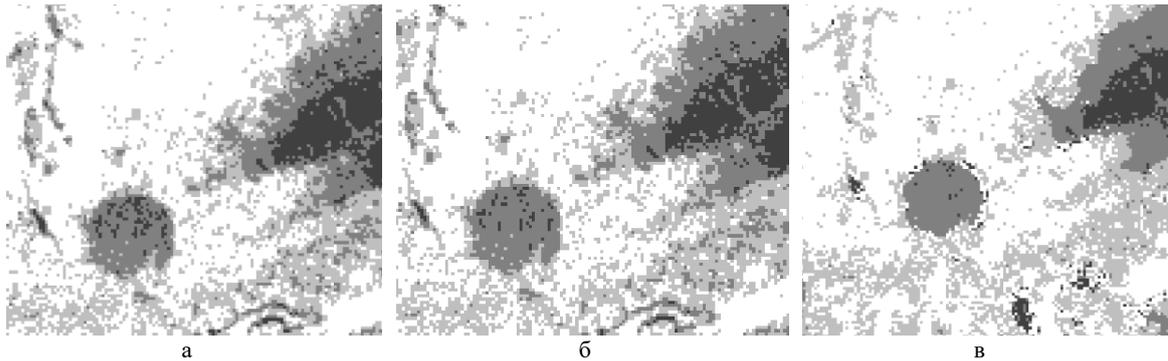


Рис. 2 Фрагмент снимка Landsat за 2007 год (а), 2009 год (б), прогнозное 2011 (в)

Анализируя представленные выше фрагменты космоснимков Landsat можно сделать вывод, что в 2009 г. произошло увеличение значений NDVI в сравнении с 2007 г., что говорит об увеличении биомассы растительности, что в свою очередь нашло отражение на прогнозном изображении за 2011 год. Сравнивая полученное изображение с эталонным, была подсчитана точность прогноза, равная приблизительно 88 процентам.

Для получившихся прогнозных карт по данным MODIS были получены средние значения NDVI для Юганского заповедника, которые отличаются от эталонных незначительно (около двух процентов для 2004 года и 4,5 % для 2008 года), что также говорит о высокой точности прогноза (таблица 1).

Таблица

Значения NDVI для исследуемых данных MODIS

Область/год	2000	2002	2004	2006	2008	2004 (прогноз)	2008 (прогноз)
Юганский заповедник	0,77025	0,77748	0,77517	0,77273	0,76615	0,77384	0,76957

Также было оценено влияние размерности клеточного автомата на точность прогнозных карт. Чем ближе количество пикселей, перешедших в новый класс на прогнозном изображении, к количеству пикселей, поменявших своё значения на предыдущем временном интервале, тем больше точность прогноза. Наибольшая точность соответствует КА степени 7. Это говорит о том, что наиболее перспективным и точным является исследование 48 пикселей вокруг текущего пикселя на каждой итерации.

Прогноз состояния растительного покрова является довольно сложной задачей и для более точного прогнозирования необходим учёт ряда других характеристик (направление ветра, рельеф, климатические условия и т.д.) в виде добавления дополнительных вероятностей. Использование подобных характеристик потребует модификации используемых методов и разработки нового функционала для их учёта, однако это поможет решить более широкий спектр задач и увеличит достоверность полученных результатов.

#### Литература

1. Moises Espinola, Roza Ayala, Cellular Automata Applied in Remote Sensing to Implement Contextual Pseudo-fuzzy Classification, Cellular Automata for Research and Industry 2010, pp. 312-316.
2. Замятин А.В., Марков Н.Г. Анализ динамики земной поверхности по данным дистанционного зондирования Земли. - г. Москва: Физматлит, 2007. - 176 с.

## ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

В.В. Коваленко

Научный руководитель к.г.н., доцент С.В. Андрушко  
УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,  
г. Гомель, Республика Беларусь

Природные ландшафты, занятые промышленными предприятиями, постройками и фабриками, а также карьерными комплексами, рассматриваются как особый вид антропогенных ландшафтов, называемых промышленными. Промышленные антропогенные ландшафты по техническому назначению классифицируют на присваивающие и производящие. Присваивающий тип формируется вокруг добывающих отраслей промышленности, в то время как производящий - около перерабатывающих производств [2, с. 179].

В размещении присваивающих и производящих типов промышленных ландшафтов существует своя зональность и азональность. Зональность в размещении промышленных ландшафтов выражается в объеме потребления возобновляемых ресурсов, а именно количестве использования воды. Зонально расположены ландшафты, где размещены промышленные площадки, которые требуют для своего развития охлаждающие устройства [2, с. 192]. Азональность в размещении ландшафтов проявляется в технологических особенностях

## СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.

конструкций и определяются такими азональными компонентами как грунты, геологическое строение территории и фундаменты строений, так как надежность и устойчивость промышленного сооружения обусловлены прочностью основания и фундамента [2, с. 191]. Основание представлено слоями грунта, который принимает на себя нагрузку от конструкции и оказывает влияние на прочность фундамента. Для промышленных предприятий несоответствующими считаются ландшафты со слабыми грунтами (пльвуны и фильтрующие) и наличием скалистых пород. Благоприятными для промышленности грунтами являются уплотненные гравелистые смеси, сухие супеси и суглинки.

Развитие промышленных ландшафтов возникает по мере увеличения технологических нагрузок, когда начинается активная деградация наименее устойчивых геокомплексов и происходит сглаживание различий между соседними геосистемами. Трансформация ландшафта проявляется в преобладании нового техногенного рельефа, насыпных грунтов, распределенного по всей территории техногенного вещества, которое представлено отработанным промышленным сырьем, измененным гидрологическим режимом и наличием искусственных посадок растительности либо полным её отсутствием, в результате чего происходит снижение разнообразия и устойчивости природных ландшафтов [2, с. 185].

В Республике Беларусь с каждым годом все большие площади занимают промышленные площадки, и, следовательно, возрастает количество ландшафтных структур промышленного типа. Размещение и степень преобразования промышленных ландшафтов зависят от развития инфраструктуры и наличия производственных сил, поэтому преобладающая часть промышленных ландшафтов сконцентрирована в крупных экономических центрах страны. Функционирование различных отраслей определяет формирование подклассов промышленных ландшафтов. В РБ имеется семь подклассов промышленных ландшафтов, пространственное размещение которых имеет свои специфические черты (рисунок 1).



**Рис. 1** Размещение промышленных предприятий и крупнейших карьеров Республики Беларусь. Составлен автором по данным [3].

Эксплуатация промышленных ландшафтов в каждой отрасли имеет негативные последствия. Для того чтобы предотвратить деградацию природных компонентов проводят мероприятия по рекультивации, которая частично восстанавливает плодородие и хозяйственную ценность нарушенных земель, а также улучшает экологическое состояние окружающей среды.

Рекультивация может быть технической и биологической. В процессе технической рекультивации проводят мероприятия по снятию и складированию плодородного слоя почвы, распланировке участка, перемещению и засыпанию плодородной почвы на рекультивируемую площадь, постройке водоподводящих каналов, созданию противоэрозионных конструкций. Реализация технического этапа рекультивации присуща горнодобывающим предприятиям. При биологической рекультивации разрабатывают мероприятия по восстановлению плодородного слоя почвы и возрождению первичной флоры и фауны. Биологическую рекультивацию проводят предприятия лесохозяйственного или сельскохозяйственного назначения [1].

Сегодня технология рекультивации изменяется в зависимости от дальнейшего использования восстановленных земель и вследствие чего выделяют следующие виды биологической рекультивации: 1) сельскохозяйственная; 2) лесохозяйственная; 3) водохозяйственная; 4) рекреационная; 5) природоохранная; 6) санитарно-гигиеническая; 7) строительная [2].

Процесс рекультивации был изучен на примере белорусского месторождения «Ленино» расположенного в Добрушском районе Гомельской области, где с 1958 и до 2014 года происходила добыча кварцевых песков. Площадь карьера составляет 225 га. В геоморфологическом отношении месторождение приурочено к холмообразному повышению, вытянутому в широтном направлении. Минимальные абсолютные отметки приурочены к центральной части - 173,1 м, а к краевым частям наблюдается уменьшение их до 161,6 м в северной и до 155 м в южной. В геологическом строении района принимают участие отложения юрской, меловой,

палеогеновой, неогеновой систем, плейстоцена и голоцена. В 0,5 км к юго-западу от месторождения находятся верховья реки Уть, представляющей собой мелиоративную канаву шириной до 3 м и глубиной до 0,7 м. Добываемый материал представлен кварцевыми песками неогенового времени с незначительной примесью других минералов в общем объеме 24173,1 тыс. т. Вскрышные породы представлены почвенно-растительным слоем средней мощностью 0,2 м.

Добыча полезных ископаемых проводилась с 1958 до 2014 гг. и придерживалась параметров системы работ, принятых в соответствии с требованиями и рекомендаций «Строительных норм Беларуси» (СНБ). Для уменьшения вредного влияния горных работ проектом были предусмотрены следующие мероприятия: для уменьшения загрязнения горюче-смазочными материалами заправка и смазка транспорта производилась на специальных площадках, покрытых слоем песка; в летнее время для предотвращения пылеобразования карьерные дороги поливались 20 - 30 %-ным раствором хлористого кальция; карьерное оборудование размещалось с учетом преобладающего направления ветров; строго не допускался разлив горючих материалов, чтобы избежать возгорания.

Вопреки используемым мерам по охране недр, длительная разработка карьера открытым способом повлияла на все компоненты природной среды. Влияние на почву проявилось в ее загрязнении горюче-смазочными материалами и промывочной жидкостью, влияние на биоту проявилось в изменении травяного покрова и уничтожении древесно-кустарниковой растительности, а загрязнение приземного слоя атмосферы и в настоящее время негативно сказывается на росте и развитии многих видов флоры. Наиболее мощной трансформации при добыче полезного ископаемого был подвержен рельеф, так как на каждую тонну добываемого компонента было извлечено несколько кубометров вскрышной породы, и по причине этого площадь отвалов стала в несколько раз больше, чем площадь карьера.

Для защиты от последующей деградации природных компонентов в 2004 году был разработан проект рекультивации месторождения. Техническая рекультивация сводится к переэкскавации части породных отвалов в выработанное пространство и последующему выравниванию прибортовой полосы карьера. Основными работами являются перемещение и складирование вскрышных пород у границ карьерного поля на нерабочих бортах в ленточные отвалы, а почвенного слоя в ленточный склад на дно в центре отработанного карьерного поля, перемещение вскрышных пород на выположенную поверхность бортов и дно карьера и укладка почвенного слоя на вскрышные породы. Недостатком данного метода является низкая устойчивость сформированных из рыхлых отложений бортов карьера к водной эрозии. При разработке месторождений песка вновь сформированные борта рекультивированной выработки размываются дождевыми и талыми водами, в результате чего затягивается их естественное зарастание.

На этапах биологической рекультивации при создании растительного покрова был использован посев многолетних трав, активная смесь которого включала воду, почву, семена, небольшие дозы минеральных удобрений и т.д. Также была произведена озеленение поверхности отвалов с помощью многолетних трав и древесно-кустарниковой растительности, подобранной для данного типа почвы, что позволило ослабить эрозионные процессы и повысить устойчивость откосов, а также ускорить образование многоярусных сообществ биоты.

#### Литература

1. Волков, С.Н. Землеустройство. Т. 3. Землеустроительное проектирование/ С.Н. Волков. - М.: Колос, 2002. - 384 с.
2. Казаков, Л.К. Ландшафтоведение: учеб. пособие для студентов / Л.К. Казаков.- М.: Академия, 2011. - 336 с.
3. Реестр предприятий [Электронный ресурс] / Бизнес-портал. - URL: <http://reestr.by> - Дата доступа: 12.04.2017.

## ВАЛОВЫЕ ФОРМЫ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОВЕРХНОСТНОМ ГОРИЗОНТЕ ПОЧВ Г. ТЮМЕНИ

Е.Ю. Константинова

Научный руководитель профессор Т.М. Минкина  
*Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия*

Загрязнение почвенного покрова городских территорий является одной из наиболее значимых проблем экологической геохимии и почвоведения, актуальность которой возрастает вследствие интенсификации процессов урбанизации [10, 11, 13]. Западная Сибирь исторически является территорией, где значительная часть населения сосредоточена в крупных городах - Новосибирске, Омске, Томске, Тюмени, Барнауле, Сургуте, многие из них являются крупными промышленными центрами, в пределах которых происходит существенная трансформация природных ландшафтов, в том числе, изменение и химическое загрязнение почв.

Эколого-геохимическому состоянию почвенного покрова городских территорий Западной Сибири посвящены многочисленные работы [1, 4-8]. Однако проблемы загрязнения почв крупных центров региона рассматриваются неравномерно; в некоторых городах не проводились детальные эколого-геохимические исследования. К их числу относится и г. Тюмень, который является одним из самых динамично развивающихся городов Западной Сибири: в период с 1990-х до настоящего времени практически в полтора раза возросла численность населения, значительно увеличилась площадь территории, заметно изменилась промышленная специализация, структура транспортной системы.

## СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.

Город Тюмень является крупным деловым и промышленным центром, имеющим важное административное значение и выгодное географическое положение. В соответствии с административным делением территория города подразделяется на Восточный, Калининский, Ленинский и Центральный округа, различающиеся между собой по характеру и возрасту застройки, промышленной специализации предприятий, плотности и численности населения. В городе функционируют предприятия химической, нефтехимической, металлургической, деревообрабатывающей промышленности и др. [9]. Крупнейшим предприятием города является АО «Антипинский нефтеперерабатывающий завод» (Ленинский округ), производящее дизельное топливо, бензин, кокс нефтяной, сжиженные углеводородные газы, техническую серу. Одно из старейших действующих предприятий города АО «Тюменский аккумуляторный завод» находится в центральной части города в Калининском округе, осуществляет выпуск свинцовых автомобильных и промышленных аккумуляторных батарей. Основной производственный участок функционирует с 1971 г. ТЭЦ-2 расположена на юго-востоке города (Восточный округ), является наиболее мощным источником энерго- и теплоснабжения с 1990 г. В качестве основного вида топлива используется природный газ. В Центральном округе расположены преимущественно районы с плотной жилой застройкой (низко- и высокоэтажной, индивидуальной) и развитой улично-дорожной сетью.

Целью данной работы является оценка загрязнения почвенного покрова территории г. Тюмени тяжелыми металлами. Полевые работы проведены в летний период 2016 г. Почвенно-геохимическая съемка осуществлялась по регулярной сетке [12]: территория города разделена на километровые ячейки, участок пробоотбора в пределах активной городской застройки выбирался в каждой ячейке, в зонах рекреационного и сельскохозяйственного назначения в ячейке площадью 4 км<sup>2</sup>. Отбор проб проведен методом конверта из ненарушенных поверхностных почвенных горизонтов на глубину 0-10 см. В работе использованы данные, полученные по 54 точкам опробования. Содержание валовых форм тяжелых металлов (Sr, Cr, Zn, V, Ni, Cu, Pb, As, Co) определено в воздушно-сухих пробах почв посредством рентген-флуоресцентного анализа (РФА) на приборе «Спектроскан Макс GV» (Россия). Статистическая обработка результатов осуществлена в пакете Statistica 10. Эколого-геохимическая оценка загрязнения почв тяжелыми металлами основана на расчете коэффициента экологической опасности  $K_0$ , отражающего превышение содержания конкретного элемента в пробе относительно ПДК [2] или ОДК (с учетом физико-химических свойств) [3] в почве.

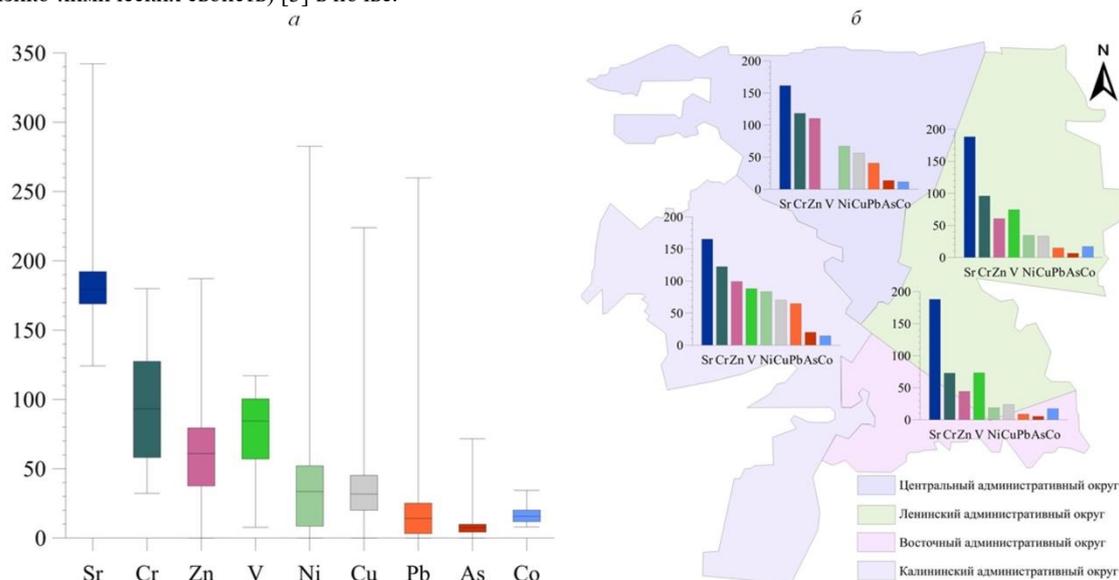


Рис. 1 Содержание валовых форм тяжелых металлов в поверхностных горизонтах почв г. Тюмени: а - диаграммы размаха в целом по выборке; б - среднее по административным округам.

Средние содержания валовых форм тяжелых металлов в поверхностных горизонтах почв г. Тюмени представлены на рис. 1а. В целом, содержание Sr варьируется от 124,26 до 342,21 мг/кг, в среднем составляя 183,03 мг/кг, Cr - 32,18-179,95 (в среднем 93,62 мг/кг), Zn - 0,00-187,18 (64,01) мг/кг, V - 7,65-117,09 (76,93) мг/кг, Ni - 0,00-282,67 (39,24) мг/кг, Cu - 0,00-223,89 (37,70) мг/кг, Pb - 0,00-259,83 (23,02) мг/кг, As - 0,05-71,59 (8,97) мг/кг, Co - 7,92-34,41 (16,65) мг/кг. Пространственное распределение содержания валовых форм тяжелых металлов неоднородно (рис. 1б). Так, в Калининском административном округе наблюдаются максимальные средние содержания V, Cr, Co, Ni, Cu, As, Pb, в Центральном - Zn, в Ленинском - Sr.

В пределах городской территории выделяются почвы различной степени загрязнения. На основе коэффициента экологической опасности выделяются следующие категории загрязнения: допустимая (1-2 ПДК), опасная (2-5 ПДК), чрезвычайно опасная (более 5 ПДК). Допустимое превышение ПДК по Pb обнаружено в 5,6% проб, опасное и очень опасное в 5,6 и 1,9% соответственно; содержание V в почвах г. Тюмени во всех изученных образцах ниже значений ПДК. Наблюдаются допустимые превышения ОДК по Ni (в 7,4% проб), Cu (1,9%), Zn (1,9%), и As (18,5%), опасные превышения по Ni (1,9%) и As (9,3%). В 1,9% проб зафиксировано очень опасное загрязнение As.

Наиболее высокие абсолютные содержания рассматриваемых элементов обнаруживаются в почвах Центрального и Калининского округов. Данный факт объясняется, с одной стороны, концентрацией промышленности, высокой плотностью населения, с другой, физико-географическими особенностями города. Значительную площадь в пределах Центрального и Ленинского округов занимают кислые ландшафты поймы и старинных озер Туры и боровые ландшафты вторых и третьих надпойменных террас. В таких условиях (легкий гранулометрический состав и нейтральные и слабокислые значения pH) тяжелые металлы достаточно подвижны, что препятствует их аккумуляции в почвах.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-35-50055 мол\_нр.*

#### Литература

1. Cannon W.F. Soil geochemical signature of urbanization and industrialization - Chicago, Illinois, USA / W.F. Cannon, J.D. Horton // Applied Geochemistry. - 2009. - Vol. 24. - № 8. - P. 1590-1601.
2. Geochemical legacies and the future health of cities: A tale of two neurotoxins in urban soils / G.M. Filippelli, M. Risch, M.A.S. Laidlaw, D.E. Nichols, J. Crewe // Elementa: Science of the Anthropocene. - 2015. - Vol. 3. - № 1. - P. 59.
3. Developing the scientific framework for urban geochemistry / L.G. Chambers, Y.-P. Chin, G.M. Filippelli, C.B Gardner, E.M. Herndon, D.T Long, W.B. Lyons, G.L. Macpherson, S.P. McElmurry, C.E. McLean, J. Moore, R.P. Moyer, K. Neumann, C.A. Nezat, K. Soderberg, N. Teutsch, E. Widom // Applied Geochemistry. - 2016. - Vol. 67. - P 1-20.
4. Жорняк Л.В. Эколого-геохимическая оценка территории г. Томска по данным изучения почв: Автореферат дис. ... канд. геол.-мин. - Томск, 2009. - 22 с.
5. Жорняк Л.В. Редкие, редкоземельные и радиоактивные элементы в почвенном покрове урбанизированных территорий (на примере г. Томска) / Л.В. Жорняк, Е.Г. Язиков // Известия ВУЗов. Геология и разведка. - 2008. - № 4. - С.82-84.
6. Мельников А.Л. Экология почв территории города Омска / А.Л. Мельников, Я.Р. Рейнгард. - Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2006. - 144 с.
7. Трошина Е. Н. Экологическая оценка загрязнения атмосферного воздуха и почв г. Омска тяжелыми металлами для обоснования мониторинга: Автореферат дис. ... канд. биол. наук. - Омск, 2009. - 18 с.
8. Бабошкина С.В. Приоритетные элементы-загрязнители (Zn, Pb, Cd, A1) в огородных почвах и овощах приусадебных участков городов Барнаула, Бийска, Горняка / С.В. Бабошкина, А.В. Пузанов, И.В. Горбачев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2009. - № 10(60). - С. 46-50.
9. Жигулина Ю. А. Тяжелые металлы в почвах разных функциональных зон г. Новосибирска // Экология урбанизированных территорий. - 2008. - № 3. - С. 51-53.
10. Тюменская область // База данных показателей муниципальных образований. - Электрон. дан. - М.: Федеральная служба государственной статистики, 2017. - URL: <http://www.gks.ru/dbscripts/munst/munst71/DBInet.cgi> (дата обращения 09.09.2017).
11. Demetriades A. Urban topsoil geochemical mapping manual (URGE II) / A. Demetriades, M. Birke. - Brussels: EuroGeoSurveys, 2015. - 52 p.
12. ГН 2.1.7.2041-06. 2.1.7. Почва, очистка населенных мест, отходы производства и потребления, санитарная охрана почвы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы / утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 19.01.2006 // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти". - 2006. - N 10.
13. ГН 2.1.7.2511-09. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы / утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 18.05.2009 // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти". - 2009. - N 28.

## ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ РТУТИ В ДЕПОНИРУЮЩИХ СРЕДАХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

**М. Г. Кудрявцева**

Научные руководители доцент Н. А. Осипова, н.с. ИМКЭС СО РАН (г. Томск) Е. Е. Ляпина  
**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Уникальные геохимические и токсикологические свойства ртути обуславливают особенности ее концентрирования и перераспределения в различных компонентах окружающей среды, разнообразие форм миграции и специфику их трансформации в природных и техногенных условиях, а также широкий и разносторонний спектр негативных воздействий на человека и другие живые организмы, их популяции и экосистемы в целом.

Почва - важнейший компонент биосферы, является долговременной депонирующей средой, информативна и удобна для экологических и геоэкологических исследований. В почвах ртуть активно аккумулируется гумусом, глинистыми частицами, может мигрировать вниз по почвенному профилю и поступать в грунтовые воды, поглощаться растительностью, в том числе сельскохозяйственной, а также выделяться в виде паров и в составе пыли в атмосферу [2].

Мхи - долговременные накопители стойких атмосферных загрязняющих веществ. Известна их чувствительность к атмосферным загрязнениям и способность накапливать токсичные элементы. С помощью эпифитных мхов оценивается долговременная тенденция изменения содержания Hg в воздушной среде Крайнего севера [4].

Целью работы является изучение содержания и особенностей накопления ртути в почвах и мхах Крайнего севера.

Объектом исследования стали почвы и мхи Крайнего севера на островах Белый, Большой Цинковый, Немецкий Кузов, Колгуев и Вайгач.

**СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.**

Содержание ртути в пробах почв и мхах определяли методом атомно-адсорбционной спектроскопии с помощью ртутного анализатора РА-915+ с пиролизической приставкой ПИРО-915 (метод пиролиза). Точность определения анализа - 5 нг/г, содержание ртути в пробах рассчитывали на 1 г сухого вещества

Среднее содержание ртути в пробах почв, отобранных на островах Крайнего Севера, составляет 109 нг/г (22-283 нг/г). Наименьшее содержание отмечается на о. Немецкий Кузов (166 нг/г), а наибольшее - на о. Колгуев (94 нг/г). В почвах островов Белый и Большой Цинковый среднее содержание валовой ртути составляет 53 и 77 нг/г, соответственно. Среднее содержание ртути во мхах всех островов составляет 157 нг/г. Значительную долю в среднее содержание вносит концентрация ртути на о. Вайгач (209 нг/г).

В зависимости от гранулометрического состава содержание ртути в исследованных образцах варьирует от 1 до 326 нг/г (табл. 1). В половине случаев наибольшее содержание ртути отмечается в самой крупной фракции >1 мм. В другой половине случаев наибольшее содержание ртути приходится на фракции >0,5 мм и >0,125 мм.

**Таблица 1**

**Содержание ртути в почвах в зависимости от свойств почв**

Гранулометрический состав, мм	Место отбора проб							
	о. Колгуев		о. Немецкий Кузов		о. Белый		о. Б. Цинковый	
	С <sub>Hg</sub> , нг/г	Доля фракции, %	С <sub>Hg</sub> , нг/г	Доля фракции, %	С <sub>Hg</sub> , нг/г	Доля фракции, %	С <sub>Hg</sub> , нг/г	Доля фракции, %
>1	<b>326</b> <sup>1</sup>	23 <sup>2</sup>	<b>22</b>	2	57	6	76	39
>0,5	283	16	16	4	<b>61</b>	9	73	24
>0,25	298	20	1	78	54	36	85	22
>0,125	297	16	1	16	24	36	<b>88</b>	9
>0,1	286	8	-	-	17	6	73	2
>0,04	250	17	-	-	37	7	66	4
Валовое содержание	326		22		61		88	
pH водной вытяжки, ед.	6,3		7,4		7		7	
Электропроводность водной вытяжки, мS/см	46		56		52		75	
Магнитная восприимчивость, 10 <sup>-3</sup> ед.	0,02		0,01		0,02		0,01	

Примечание: 1 - содержание ртути во фракции; 2 - доля фракции.

**Таблица 2**

**Эколого-геохимические особенности содержания ртути в почвах Крайнего Севера**

Эколого - геохимические показатели	Место отбора проб			
	о. Колгуев	о. Немецкий Кузов	о. Белый	о. Б. Цинковый
K <sub>c</sub>	5,66*	0,44	1,06	1,54
K <sub>пдк</sub>	0,13	0,01	0,03	0,04
K <sub>к</sub>	62,89	4,89	11,78	17,11
K <sub>пз</sub>	28,3	2,2	5,3	7,7

Примечание: \*- K<sub>c</sub>=С<sub>Hg</sub>/С<sub>ф</sub>, K<sub>пдк</sub>=С<sub>Hg</sub>/С<sub>пдк</sub>, где K<sub>c</sub>, K<sub>пдк</sub> - коэффициент концентрации ртути относительно фона и ПДК, соответственно; K<sub>к</sub>=С<sub>Hg</sub>/K, K<sub>пз</sub>=С<sub>Hg</sub>/K, где K<sub>к</sub>, K<sub>пз</sub> - кларк концентрации ртути относительно земной коры и почв Земли, соответственно [3].

Водородный показатель почвенной вытяжки из всех отобранных проб меняется от 6,3 до 7,4 единиц pH, что соответствует слабокислой и слабощелочной реакции по существующей градации. Полученные значения электропроводности изменяются от 46 до 75 мS/см, причем наименьшее значение отмечается на о. Колгуев, что свидетельствует о низком содержании глинистых частиц, наименьшее на о. Большой Цинковый. Магнитная восприимчивость примерно одинакова у всех почв и составляет 0,01-0,02 \*10<sup>-3</sup>ед.

Расчёты эколого-геохимических особенностей накопления ртути северными почвами показали превышение среднего содержания ртути над фоном для почв всех исследованных островов, за исключением о. Немецкий Кузов (табл. 2). Все полученные концентрации ртути ниже ПДК для почв. Пробы о. Колгуев характеризуются самыми высокими значениями кларка концентрации относительно земной коры и почв Земли,

самые низкие - наблюдаются для о. Немецкий Кузов, что соответствует максимальному и минимальному содержанию ртути. По данным содержания ртути во мхах исследованных островов рассчитали геоэкологические показатели ртутной нагрузки (табл. 3). Для расчета коэффициента биологического накопления ртути использовали собственные данные по содержанию ртути в почвах для тех же точек опробования. Из расчетов видно, что для мхов о. Немецкий Кузов характерно накопление ртути из субстрата, что свидетельствует о значительной доле ртути в доступной для растений форме. Результаты расчета коэффициента концентрации показывают превышение содержания ртути во мхах до 3 раз по сравнению с фоновыми концентрациями (80 нг/г, Демешкин, 2015).

Таблица 3

*Геоэкологические показатели ртутной нагрузки по данным изучения мхов островов Крайнего Севера*

Название острова	C, нг/г	Кб	Кс	ВДК
Колгуев	69-134/94*	0,33	1,18	9,44
Вайгач	89-317209	-	2,61	20,92
Немецкий Кузов	94-237/166	7,57	2,08	16,65

Примечание: C - концентрация ртути, Кб - коэффициент биоаккумуляции, Кс - коэффициент концентрации, ВДК - временно-допустимая концентрация, \* - минимум-максимум/ среднее

Превышения относительно временно допустимых концентраций изменяются согласно содержанию ртути, максимальные данные получены также для о. Вайгач, минимальные - для о. Колгуев. Характер изменения всех расчетных коэффициентов находится в прямой зависимости от концентрации ртути в исследуемых мхах. Также наблюдается соответствие полученных данных результатам других исследователей, за исключением о. Вайгач.

Литература

1. Горький А. В. Загрязнение ртутью почвогрунтов Санкт-Петербурга // Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты. Материалы международного симпозиума (Москва, 7-9 сентября 2010 г.). М.: ГЕОХИ РАН, 2010. С. 183-187.
2. Дорожкуова С.Л., Янин Е.П., Волох А.А. Природные уровни ртути в некоторых типах почв нефтегазоносных районов Тюменской области // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. Вып. 1. Тюмень: Изд-во ИПОС СО РАН, 2000. С. 157-161.
3. Ляпина Е.Е. Экогеохимия ртути в природных средах Томского региона: автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук: 25.00.36. Томск, 2012. 154 с.
4. Межибор А. М., Большунова Т. С. «Зелёные контролёры» загрязнения воздуха // Молодой ученый. - 2015. - №12. - С. 103-108.

**ИЗВЛЕЧЕНИЕ НИКЕЛЯ И ЖЕЛЕЗА ИЗ ОТВАЛЬНЫХ НИКЕЛЕВЫХ ШЛАКОВ ХЛОРСОДЕРЖАЩИМИ РЕАГЕНТАМИ**

**С.А. Лайхан**

Научный руководитель профессор, доктор технических наук В.Е. Роцин  
Южно-Уральский государственный университет (НИУ), г. Челябинск, Россия

Рассматривается возможное решение проблемы переработки отвальных шлаков на примере Южно-Уральского никелевого комбината. Приводятся данные усредненного анализа химического состава отвального шлака, содержащего Fe, Ni, Co и Cr. Приведены карты распределения этих элементов в шлаке.

Шихта для восстановительных процессов включала в себя шлак, кокс и хлористый аммоний. Шлак измельчали до фракции - 0,16 мм и проводили химико-термическую обработку. Проведён химический анализ структурных составляющих шлака после проковки магнитного концентрата и хвостов магнитной сепарации, определены выход годного магнитного концентрата и рациональное время химико-термической обработки. Исследован химический состав и рассчитан выход годного ферроникеля, полученного от переплава магнитного концентрата в печи Таммана с применением в качестве восстановителя кокса, приведены данные о степени извлечения никеля и железа из шлака в магнитный концентрат, а также химический состав шлака, полученного после переплава магнитного концентрата.

*Ключевые слова:* отвальный шлак, никель, кобальт, концентрат, железо, производство ферроникеля, отходы.

**Введение.** Проблема переработки шлаковых отвалов заводов черной и цветной металлургии является весьма актуальной не только с точки зрения получения дополнительного сырья для извлечения цветных металлов и железа, но и с экологической. Так, ОАО «ЮУНК» является основным загрязнителем окружающей среды (25% всех загрязнений) Оренбургской области по количеству образующихся отходов. В отвале предприятия складировано 116361, 344 тыс. тонн отходов, в соленакопителях складировано 630,793 тыс. тонн шламовых соединений [3].

Несмотря на то, что ОАО «ЮУНК» прекратил свою работу, количество складированных отходов в значимых объемах не уменьшилось. Отвальный шлак подвергался магнитной сепарации с целью извлечения магнитных никельсодержащих отходов, а основная часть шлака, содержащая соединения никеля и железа в

## СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.

немагнитных соединениях, до сих пор не используется. Лишь незначительная его часть перерабатывается на абразивный порошок для пескоструйной обработки. При этом никель и железо безвозвратно теряются.

Задачей исследования является разработка комплексных технологий, позволяющих полностью переработать техногенные отвальные образования и, тем самым, улучшить экологическое состояние региона [4].

**Экспериментальная часть.** Исследовали складированные отвальные шлаки состава, % масс:

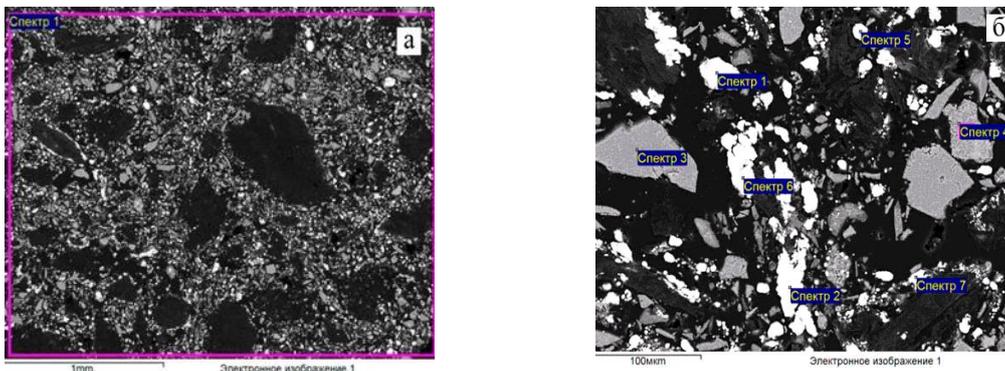
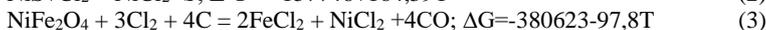
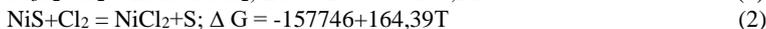
Fe <sub>общ</sub>	Si	Mg	S	Ca	Al	Cr	Ni	Co	Mn
12-23	19,5-22	4,8-6,5	0,18-0,58	10,4-11	2,9-3,5	0,65-0,95	0,14-0,6	0,035-0,042	0,3

Шлак измельчали до фракции -0,16 мм. При проведении его обжига в качестве восстановителя использовали хлористый аммоний, разлагающийся при температуре 3500С. Дополнительно в шихту вводили кокс. Состав шихты, % масс: 88 шлака, 2 NH<sub>4</sub>Cl и 10 кокса. Обжиг проводили при температуре 1000°С в течение 1...8 часов. В рабочее пространство муфельной печи устанавливали тигель с шихтой и накрывали крышкой. Печь нагревали до 1000°С и выдерживали в течение 60 минут. После выдержки печь отключали и охлаждали до комнатной температуры. Полученный материал и магнитной сепарацией делили на две части - магнитную и немагнитную. Магнитную часть переплавляли в печи Таммана при выдержке 1 час и температуре 1550°С. Полученные образцы ферроникеля исследовали на оптическом и электронном микроскопах. Химический состав фаз определяли микрорентгеноспектральным методом на микроскопе JSM-6460LV. Электронномикроскопический анализ проводили на сканирующем электронном микроскопе JeolJSM-7001F. Поверхность исследовали в режиме вторичных и отраженных электронов, были построены карты распределения элементов по площади. Рентгенофлуоресцентный анализ осуществляли с помощью энергодисперсионного спектрометра OxfordINCAx-ma/80.. Исследования фазового состава проведено с помощью рентгеновского дифрактометра RigakuUltima 4 [2].

Результаты рентгеновского фазового анализа выявляют три основные фазы шлака: диоксида CaMgSi<sub>2</sub>O<sub>6</sub> (35,5% масс.), частично замещенного магнием фаялита (Mg,Fe)<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>(12% масс.), кварца SiO<sub>2</sub> (2,5% масс.), остальное - аморфный стекловидный шлак. Фаза (Fe,Ni)S присутствует в малом количестве в виде отдельных включений. Соотношение Fe:Ni в зернах (Fe,Ni)S составляет от 1:1 до 5:1. Кобальт преимущественно распределен в оксидной части шлака в виде ферритов и хромитов, хром присутствует в хромитах.

Восстановление никеля получить ферроникель с содержанием, масс.%, 2,2...3,0 Ni, 0,57...0,7 S, остальное Fe. Выход годного никеля составил 8...10%, степень извлечения 49%. Извлекать никель данным способом экономически неэффективно [5,7,8,9,10]. С целью улучшения экономических показателей шлак необходимо предварительно обогатить.

Для обогащения шлаков опробована химико-термическая обработка с использованием хлористого аммония и кокса. Суть происходящих при химико-термической обработке процессов можно представить следующими реакциями [1,11,12,6]:



**Рис. 1** Металлическая фаза (а) и корольки ферроникеля (б) в продукте после химико-термической обработки

Образующийся по реакциям (1-3) хлорид никеля при температуре 1000°С возгоняется и конденсируется на поверхности включений железа, которые образуются на поверхности коксовых включений при восстановлении железа из оксидов (рисунок, а). В результате железные частицы обогащаются никелем и увеличиваются в размерах (рисунок, б). Эти частицы можно отделить магнитной сепарацией.

Степень извлечения никеля в магнитный концентрат составляет 80...85%, а при последующем переплаве никель практически полностью переходит в расплав железа. После расплавления магнитной фракции продуктов химико-термической обработки получили в зависимости от условий обработки металл состава, масс. %:

Состав металла, масс. %

Выход годного, %	Химический состав ферроникеля, % масс.					
	Cr	Ni	S	Si	Co	Fe
34	0,8	9,2	3,0	3,0	0,8	ост.
28	1,0	6,1	1,7	4,3	0,7	ост
27	1,1	6,2	1,8	3,4	0,9	ост
32	1,9	6,2	4,5	6,0	0,8	ост
34	1,2	7,0	4,2	3,0	0,7	ост

**Заключение.**

1. В отвальном никелевом шлаке содержание никеля составляет в среднем 0,36% (масс.), основная часть никеля входит в состав сульфидных фаз типа (Fe,Ni)S, остальной никель замещает железо в фаялите или входит в состав ферритов. Данные фазы являются мелкими, каплевидными включениями размером от 10 до 100 мкм в массе стекловидного шлака на основе фаялита.

2. Кобальт преимущественно распределен в оксидной части шлака в виде ферритов и хромитов, основная часть железа сосредоточена в фаялите.

3. Предложенный способ переработки отвальных никелевых шлаков ЮУНК позволяет извлекать до 80...85% никеля и 55...65% железа.

**Литература**

1. Вайсбурд, С.Е. Физико-химические свойства и особенности строения сульфидных расплавов [Текст]/ -М.: Металлургия, 1996-304 с.
2. Веселовский, А.А. Определение температурно-временных и прочностных характеристик процесса термодиффузионного насыщения серого и высокопрочного чугунов// Упрочняющие технологии и покрытия, № 6, 2012г.-с.21-24
3. Веселовский, А.А. Переработка отвальных никелевых шлаков с целью извлечения никеля и железа// Сталь, №11, 2016г.- с.69-71.
4. Ерцева, Л.Н. Исследование твердофазных превращений, происходящих при нагреве сульфидного медно-никелевого сырья, и разработка на основе полученных данных усовершенствованных технологических процессов его переработки/ Диссертация доктора технических наук- Санкт-Петербург, 2001г-345 с.
5. Ерцева, Л.Н. Некоторые закономерности твердофазного окисления железа, входящего в состав сульфидных минералов [Текст]// Новые процессы в металлургии никеля, меди и кобальта: Сб. научных трудов Института Гипроникель- 2000г.-с.226-231.
6. Мечев, В.В. Особенности сульфидирования ферритов цветных металлов [Текст]/ Металлы- 1994-№2-с. 3-10.
7. Старых, Р.В. О степени металлизации штейнов [Текст]/ Р.В. Старых, Л.Б. Цымбулов, Л.Н. Ерцева // Цветные металлы, 2001-№4- с.33-35.
8. Федичкин, С.А. Исследование процесса обеднения конверторного шлака никелевого производства восстановительно- сульфидирующими комплексами, содержащими алюминий/ Диссертация кандидата технических наук- Екатеринбург, 2005 г. -169с.
9. Jha A., Grieveson P. Carbothermic reduction of chalcopyrite in presence of lime// Proc.Symp.TMSAnnu. Meet, EPD Congr.-SanDiego, 1992 у.-р.681-692.
10. Jha A., Thermodynamic considerations for the extraction of Ni and Co metals from sulphide and oxide minerals by reduction technique// Proc.in Honor D.E. Quenau Int. Symp. «Extract Met of Cu, Ni and Co»- Denver, 1993-V1-p.73-83.
11. Maurel C. Types de reactions d' oxidation observes au cours de analyse thermiquedifferentielle, dans air mineral sulfures et arsenies de Fe,Co,Ni,Cu,Zn// Bull.Soc. Franc.Min.Crist- 1994-T87,№3- p.377-385.
12. Tanabe T.,Ogawa M. Oxidation of mixednickel- iron sulfide// J. Jap. Inst. Metals-1996-V.50, № 2- p.192-200.

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ ДОБЫЧЕ УГЛЕВОДОРОДОВ НА ЛУГИНЕЦКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

**Э.А. Лебединских**

Научный руководитель доцент, к.г.-м.н. Е.Н. Жилина  
**Томский государственный университет, г. Томск, Россия**

Производственная деятельность на Лугинецком месторождении связана с добычей, подготовкой и транспортировкой жидких углеводородов и обслуживанием инфраструктуры.

Основные типы антропогенного воздействия на окружающую среду на Лугинецком месторождении являются: нефтяное загрязнение окружающей среды вследствие аварийных разливов и несоблюдение природоохранных требований, несовершенство технологий; загрязнение атмосферы при сгорании газа в факелах и потери через негерметичное оборудование в районе компрессорной станции, при авариях на газо- и нефтепроводах; загрязнение природной среды бытовыми и промышленными отходами; развитие отрицательных

## СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.

физико-геологических процессов в зоне строительства и эксплуатации объектов (изменение поверхностного стока, заболачивание, подтопление, развитие оврагов, оползней, эрозии, активизация криогенных процессов на участках распространения многолетне-мерзлых пород, засоление площади выходами на поверхность сеноманских вод); значительное изъятие земель [1].

На Лугинецком месторождении существует 79 источников выброса загрязняющих веществ (ЗВ), из них - 22 организованных, 57 неорганизованных и 1 передвижной. Основными существующими источниками выбросов загрязняющих веществ в *атмосферу* являются: факельные установки (факелы высокого и низкого давления), котельные, технологические печи, дизельные электростанции и 51 кустовая площадка [3]. Источники выброса ЗВ в атмосферу рассредоточены на обширной площади разработки месторождения, равнинность территории и отсутствие застойных явлений в атмосфере способствуют рассеиванию загрязняющих веществ.

В приземный слой атмосферы выбрасываются следующие вещества: углеводороды по метану, диоксид азота, оксид азота, оксид углерода, диоксид серы, сажа, марганец и соединения, оксид кремния, масло минеральное, пыль абразивная, бенз(а)пирен, СН пред. С1-С5, СН пред. С6-С10, СН по бензину, бензол, толуол, ксилол, фтористый водород, железа оксид. Нормативы ПДК и ОБУВ представлены в таблице.

*Таблица*

**Перечень предельно-допустимых концентраций и ориентировочно-безопасных уровней воздействия загрязняющих веществ от существующих источников в атмосферном воздухе (составлено автором)**

Выбрасываемые загрязняющие вещества	Класс опасности	ПДК с.с., мг/м <sup>3</sup>	ОБУВ, мг/м <sup>3</sup>
СН предельные (углеводороды по метану)	4	1	50,0
Оксид азота	3	0,4	-
Оксид углерода	4	5	-
Диоксид серы	3	0,5	-
Сажа	3	0,15	-
Марганец и соединения	2	0,01	
Оксид кремния	4	0,02	
СН по бензину	4	5	
Масло минеральное	4	0,05	
Азота диоксид	2	0,085	
Бенз(а)пирен	1	1,00Е-05	
СН пред. С1-С5	4	50	
СН пред. С6-С10	4	30	
Бензол	2	1,5	
Толуол	3	0,6	
Ксилол	3	0,2	
Фтористый водород	2	0,02	
Железа оксид	3	0,04	

Основными источниками выбросов ЗВ в атмосферу от планируемых объектов разработки Лугинецкого месторождения являются: передвижная котельная с котлами ПКН-2С, работающая в период строительства эксплуатационных скважин; передвижная котельная с котлами ППУ, работающая в период освоения эксплуатационных скважин; дизельная установка А-50, работающая в период подготовительных работ к бурению скважин, первичного монтажа и демонтажа бурового оборудования, при строительстве скважин; 11 планируемых кустовых площадок (выбросы ЗВ от 73 новых добывающих скважин и 11 замерных установок нефти) и 2 новые добывающие скважины, планируемые к бурению с существующей кустовой площадки № 68; двигатели внутреннего сгорания автомобильной и строительной техники; установка предварительного сброса воды (УПСВ) подготовка планируемого объема нефти 654 тыс. т/год, газа - 696,118 млн. м<sup>3</sup>/год [4].

Негативное воздействие при разработке месторождения на *водную среду* осуществляется при строительстве кустовых площадок эксплуатационных скважин, коридора инженерных сетей, использовании подземного водозабора (пресных вод для производственных и хозяйственно-питьевых нужд, минерализованных вод в системе поддержание пластового давления (ППД)), сбросы сточных вод, аварийных разливах минерализованных вод и нефти.

При бурении скважин наибольшему загрязнению подвержены приповерхностная зона вокруг стволов скважин и воды подземных горизонтов, а при возможных авариях (аварии водоводов системы ППД, нефтесборных сетей, нарушениях обвалов кустовых площадок на земную поверхность и в приповерхностную зону) в водную среду попадают еще и высокоминерализованные воды, нефть и нефтепродукты.

Основными специфическими загрязнителями поверхностных и подземных вод могут быть нефтепродукты, ПАУ, СПАВ, метанол, взвешенные вещества. Загрязнение вод может проявляться в изменении содержания неорганических компонентов (нитратов, нитритов, аммония, хлоридов, фосфатов, сульфатов, карбонатов, бикарбонатов и др.), рН, химическое и биологическое потребление кислорода, температуры и др.

Строительство большого числа планируемых эксплуатационных скважин с кустовых оснований и концентрация производственных объектов на одних площадках с прокладкой инженерных коммуникаций к ним в

одном коридоре позволит сконцентрировать негативное воздействие разработки месторождения на земли, растительность и животный мир на ограниченных площадях.

Негативное воздействие на *почвенный покров* при строительстве объектов происходит при разрушении и замене естественных почвенных горизонтов на минерализованные грунты при отсыпке площадок строительства скважин и насыпи автодорог минеральным грунтом (песком); загрязнении нефтепродуктами. Для отсыпки площадок строительства эксплуатационных скважин и насыпи автодорог к ним требуется порядка 1000000 м<sup>3</sup> минерального грунта. Для снижения ущерба возможно использование минеральных грунтов из существующих гидронамывных карьеров: Митькинского (в долине р. Чижапки), Колгинского (в долине р. Колга) и Екыльчакского (в долине р. Екыльчак).

При разработке месторождения негативное воздействие оказывается на *растительность*: вырубка леса на отводимых под строительство землях; повреждение растительного покрова при корчевке и захоронении пней; сведение растительности при отсыпке минеральным грунтом кустовых площадок и насыпи автодорог; подтоплением суходольных участков при возможных пережимах поверхностного стока насыпями кустовых площадок и автодорог; возможными аварийными разливами нефти и минерализованных вод.

На *животный мир* негативное воздействие при разработке месторождения оказывается: отчуждением и трансформацией части территорий, на которой обитают популяции животных; возможным загрязнением почв и поверхностных вод хиреагентами (применяемыми на месторождении) и горюче-смазочными материалами; увеличением концентрации взвешенных частиц грунта в водотоках в период строительства переходов водотоков коридорами коммуникаций; беспокойством животных в результате увеличения степени доступности угодий при планируемой разработке месторождения; возможными аварийными разливами нефти.

Негативное воздействие при разработке месторождения на *недра* возможно в процессе перфорации водоносных и нефтегазоносных пластов месторождения добывающими, нагнетательными и водозаборными скважинами; загрязнения реагентами буровых растворов при строительстве скважин; изъятия нефти и газа из продуктивных пластов месторождения; изъятия пресной и минерализованной воды из водоносных комплексов; закачки предварительно очищенных производственных и дождевых стоков, жидких отходов бурения, попутных пластовых и минерализованных (сеноманских) вод в систему ППД; изъятия грунта для отсыпки площадок при строительстве объектов.

При разработке Лугинецкого месторождения возможны *аварии*: открытое фонтанирование нефти из скважин и порывы трубопроводов. При авариях значительное воздействие на природную среду оказывают разливы нефти на почвы и попадание нефти в водоемы. Вероятность аварийного фонтанирования скважин может быть значительным в связи с высоким газовым фактором и высоким пластовым давлением. В случае аварийного фонтанирования скважины в окружающую среду может быть выброшено несколько сотен тонн нефти. Аварийный выброс нефти локализуется в пределах обвалованной кустовой площадки. Самый опасный вид аварии, который может произойти в связи с разработкой месторождения - порыв нефтесборных сетей при пересечении водотоков бассейна р. Екыльчак (левого притока р. Чижапки). В результате такой аварии в реку может попасть до сотни тонн нефти. Вероятность аварий на участках акваторий составляет 0,06 аварий за 25 лет или 1 авария на 400 лет.

#### Литература

1. Жилина Е.Н. Условия формирования и геометризация келловой-волжских природных резервуаров Лугинецкой зоны нефтегазонакопления (Томская область): Автореферат дис. .... канд. геол.-мин. наук: - Томск, 2015. - 23 с.
2. Жилина Е.Н. Исследование сложнопостроенных природных резервуаров с применением системного подхода (на примере Лугинецкого газоконденсатно-нефтяного месторождения)// Геология, геофизика и минеральное сырье Сибири: материалы 2-й научно-практической конференции. - Новосибирск: СНИИГИМС, 2015. - Т.2. - С. 45-47.
3. Жилина Е.Н. Условия формирования и геометризация келловой-волжских природных резервуаров Лугинецкой зоны нефтегазонакопления (Томская область): Диссертация на соискание степени канд. геол.-мин. наук: 25.00.16 / Национальный исследовательский Томский политехнический университет. - Томск, 2015. - 276 с.
4. Экологический паспорт Лугинецкого нефтегазоконденсатного месторождения. ОАО ТомскНИПИнефть ВНК. - Томск, 2001 (фондовая).

## ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕМЕНТНОГО И МЕНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА РЯСКИ (LEMNASEAE) НА ТЕРРИТОРИИ ЮЖНЫХ РАЙОНОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Ю.Максимова

Научный руководитель профессор Н.В. Барановская

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск Россия*

На сегодняшний день биогеохимические исследования являются наиболее оптимальным и объективным способом оценки эколого-геохимического состояния территории и степени ее трансформации в результате техногенеза. При этом большой интерес представляют исследования компонентов водной экосистемы, которая является крайне чувствительной к внешнему воздействию. Ряска является уникальным пресноводным макрофитом, отличающийся широким ареалом распространения, способностью реагировать изменением элементного состава на изменение условий среды обитания в широком интервале значений [5]. Стоит также учитывать, что данное растение произрастает на контакте двух сред (вода и воздух), что значительно повышает его значимость как эколого-геохимического индикатора окружающей среды. Особый интерес представляет оценка

степени реагирования ряски на различные локальные геохимические аномалии, обусловленные как природными, так и техногенными факторами.

Выбранные южные районы Томской области (Шегарский и Томский), отличаются по степени техногенной нагрузки, Томский район характеризуется крайне неравномерным распределением промышленных предприятий, большинство из которых сконцентрированы в северо-восточной части района и образуют так называемый Северный промышленный узел (СПУ), Шегарский район находится в не зоны влияния СПУ.

Пробы макрофитов отбирали в природных водоемах Томского и Шегарского районах Томской области, во время вегетационного периода растения (июнь-август). В каждой точке отбора проб проведено краткое описание водоема и прилегающих к нему территорий, зафиксированы координаты места пробоотбора, дата и время. Характеристика водного объекта сопровождалась фотографированием его общего вида и отдельных участков. Отобранные пробы растений высушивали при комнатной температуре до воздушно-сухого состояния. Далее пробы гомогенизировались (истирались в агатовой ступке).

Содержание химических элементов в ряске исследовано при помощи инструментального нейтронно-активационного анализа (ИННА) (аналитик - с.н.с. А.Ф. Судыко). Исследование минерального состава макрофитов выполнено с использованием сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) Hitachi S-3400N с ЭДС Bruker XFlash 4010/5010 для проведения рентгеноспектрального анализа. Аналитические исследования были выполнены на базе научно-образовательного центра «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета.

По результатам ИННА элементный состав ряски южных районов Томской области характеризуется повышенными концентрациями редкоземельных (РЗЭ), радиоактивных и некоторых литофильных элементов (Sc, Cr) относительно средних содержания данных элементов в исследуемом макрофите на территории России. Стоит учесть, что повышенные концентрации РЗЭ в ряске на территории Томского района зарегистрированы преимущественно в северо-восточной части района и отличаются тесными положительными корреляционными взаимосвязями. Результаты в некоторой степени подтверждают данные полученные ранее другими учеными при исследовании организмов амфибий и солевых отложений питьевых вод из верхних водоносных горизонтов Томского района [2, 6].

При исследовании минералогических особенностей ряски Томского и Шегарского районов были найдены как типичные для гидробионтов минеральные агрегаты, так и специфичные для исследуемой территории. К характерным минеральным образованиям для растений можно отнести оксалат кальция, содержание которого в ряске прямо пропорционально концентрации кальция в воде [4]. Также зарегистрировано инкрустирование Са стенок листа ряски вокруг устьица листа (Рис. 1). подобная ситуация была обнаружена другими исследователями для харовых водорослей [1].



**Рис. 1. Распределение Са на поверхности листа ряски**

В ряске обоих исследуемых районах Томской области обнаружены микроминеральные фазы монацита, не имеющие кристаллической формы и размер которых варьировался от 0,5 до 1,5 мкм. Данные минеральные агрегаты обнаружены в северо-восточной части Томского района, где также были найдены минеральная фаза циркона (н.п. Георгиевка) (Рис. 2), размер частицы более 2 мкм, и частица содержащая металлы платиновой группы (н.п. Надежда). На сложившуюся ситуацию могло повлиять локализованное на данной территории Георгиевское циркон-ильменитовое месторождение, представляющие собой погребенные россыпи, залегающие в слабосцементированных обводненных породах, перекрытых глинисто-песчаными безрудными отложениями [3]. Данные россыпи имеют небольшую глубину залегания, а также содержат гуминовые вещества (0,03-0,47%), что могло повлиять на химический состав поверхностных вод, данной территории, где произрастала ряска.

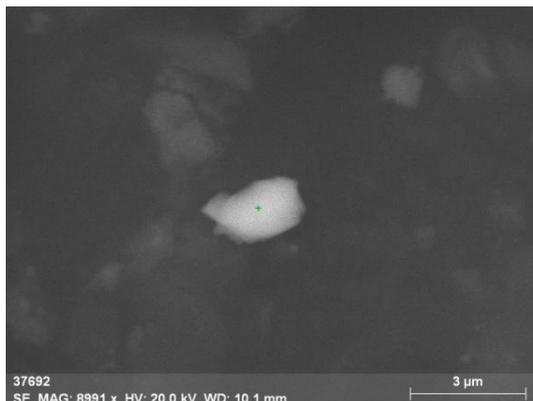


Рис. 2 Микроминеральная фаза циркона в ряске (н.п. Георгиевка)

Таким образом, исследование ряски, произрастающей в Томском и Шегарском районах Томской области показало, что элементный и минеральный состав данного макрофита чутко реагирует на эколого-геохимическое состояние окружающей среды, а также отражает наличие локальных геохимических аномалий территории ее произрастания. При этом стоит учитывать характер источника поступления химических элементов в ряску, т.е. через воду или воздух. Обнаруженные повышенные концентрации РЗЭ и радиоактивных элементов в ряске в Шегарском районе и в северо-восточной части Томского района и, учитывая совокупность всех предположительных источников воздействия, могут быть обусловлены как природным, так и техногенным характером.

#### Литература

5. Каткова В. И., Митюшева Т. П., Патова Е. Н. Гидробионтолиты как следствие биоминеральных взаимодействий (на примере харовых водорослей и цианобактерий озер Тимана) // Вестник института геологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. - 2014. - № 8 (236). - С. 24-27
6. Монголина Т. А., Барановская Н. В., Соктоев Б. Р. Элементный состав солевых отложений питьевых вод Томской области // Известия Томского политехнического университета. - Томск, 2011. - Т. 319. - № 1. - С. 204-211
7. Рихванов Л. П., Кропанин С. С., Бабенко С. А. Циркон-ильменитовые россыпные месторождения как потенциальный источник развития Западно-Сибирского региона. - 2001.-224с.
8. Franceschi V. R. Calcium oxalate formation is a rapid and reversible process in *Lemna minor* L // *Protoplasma*. - 1989. - Т. 148. - № 2-3. - P. 130-137.
9. Landolt E., Kandeler R. Biosystematic investigations in the family of duckweeds (Lemnaceae), Vol. 4: the family of Lemnaceae - a monographic study, Vol. 2 (phytochemistry, physiology, application, bibliography) // *Veroeffentlichungen des Geobotanischen Instituts der ETH, Stiftung Ruebel (Switzerland)*. - 1987.
10. Kuranova V.N., Baranovskaya N.V., Rikhvanov L.P. The content of chemical Elements in the organism of Anura, Amphibia, as an indicator of the environmental conditions // *Proceedings of the 12th Ordinary General Meeting of the Societas Europaea Herpetologica*, August 12-16, 2003, Saint-Petersburg, Russia / eds: N. Ananjeva, O. Tsinenko. - Saint-Petersburg ; Moscow, 2005. - P. 167-170.

## ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА КОНЦЕНТРАЦИЮ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ ГОРОДА ТЮМЕНЬ

А.И. Мартюшова

Научный руководитель профессор Н.Ф. Чистякова  
Тюменский Государственный университет, г. Тюмень, Россия.

Среди климатических факторов, влияющих на рассеивание загрязняющих веществ, в работе рассмотрены циркуляция воздушных масс атмосферы, тепло- и влагооборот.

В целом для Тюменской области характерен циклонально-антициклональный тип циркуляции воздушных масс атмосферы. Континентальность климата возрастает с севера на юг: активно проявляются Азиатский антициклон зимой и субтропические антициклоны летом. Периодически над территорией Тюменской области устанавливается западный атлантический циклон, северный и северо-западный арктические циклоны в весенне-летний период года.

С приходом на территорию области западного отрога (Бакулин & Козин, 1996) Азиатского антициклона, известного под названием «оси Воейкова», в Тюменской области устанавливается морозная и ясная погода. Субтропическими антициклонами на территорию области выносятся большое количество тепла. Устанавливается сухая погода с засухами и суховеями в летнее время года.

Вторжение западных атлантических циклонов сопровождается потеплением, снегопадами, оттепелями. Арктические воздушные массы с продвижением на юг превращаются в континентальные умеренные, достаточно теплые и сухие. Северные и северо-западные циклоны приносят резкое похолодание, особенно ощутимое в переходные сезоны года [1].

## СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.

Для антициклонов характерны инверсии температуры, которые весной и осенью могут приводить к заморозкам, зимой и летом - к образованию поземного тумана. Температурные инверсии создают неблагоприятные условия для рассеивания атмосферных загрязнителей, ввиду того, что холодный воздух, не может подняться вверх и остается в приземном слое.

Ветры преимущественно имеют южное и юго-западное направление (повторяемость 45%). Господство этих ветров особенно сильно выражено зимой, что обусловлено воздействием оси Воейкова. В летний период преобладают западные и северо-западные ветры. Среднемесячная скорость ветра колеблется в пределах 4,1-6,2 м/с. Ветры 15м/с и более бывают в среднем 8 дней в году, а в отдельные годы - до 28 дней. Не смотря на преобладание слабых ветров, полные затишья (штиль) наблюдается очень редко - 2,2 %, что способствует распределению выбросов на значительные площади [2].

Среднегодовая температура воздуха в г. Тюмень составляет +1,36°C. Самый теплый месяц - июль, средняя температура которого составляет +18,68°C, наиболее холодный - январь со средней температурой - 16,0°C. Абсолютный максимум температуры составляет 40,6°C, минимум - 50,6°C. Переходы среднесуточной температуры через 0°C наблюдаются обычно в начале апреля и во второй половине октября [2].

Среднемесячные значения относительной влажности воздуха меняются от 59% в мае до 83% в декабре. [2]. При относительной влажности воздуха 90-95% и наличии в атмосфере ядер конденсации может происходить конденсация водяного пара и образование туманов [3]. Туманы создают неблагоприятные условия для рассеивания загрязняющих веществ [2].

В работе выявлена зависимость между концентрацией загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и температурой, влажностью, величиной давления атмосферного воздуха.

**Таблица 1**

**Значение коэффициентов корреляции между температурой воздуха и концентрацией загрязняющих веществ в г. Тюмень, 2011-2013 гг.**

Загрязняющие вещества	Коэффициент корреляции				
	Пост №2	Пост №3	Пост №6	Пост №9	Пост №10
Взвешенные вещества	0,5	0,4	0,7	0,6	0,5
Сажа	0,03	-0,5	0,1	-0,6	-0,6
СО	0,1	-0,1	0,1	-0,3	0,003
SO <sub>2</sub>	-0,6	-0,8	-0,3	-0,7	-0,3
NO <sub>2</sub>	-0,4	-0,8	-0,5	-0,8	-0,6
NO	-0,6	-	-	-	-
Формальдегид	0,3	0,4	-	0,5	0,5
Фенолы	-	-	-0,01	-0,004	-0,03

Корреляционная зависимость между температурой воздуха и концентрацией загрязняющих веществ (таблица 1) положительна для взвешенных веществ и формальдегида, т.е. с повышением температуры, концентрация этих веществ в атмосферном воздухе увеличивается. Отрицательная зависимость между температурой воздуха и концентрацией SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO и фенолов свидетельствует о том, что концентрация этих веществ увеличивается с понижением температуры.

Корреляционная зависимость между влажностью воздуха и концентрацией загрязняющих веществ (таблица 2) положительна для SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> и NO, т.е. повышение влажности приводит к увеличению концентрации в атмосферном воздухе этих веществ. Зависимость между влажностью воздуха и концентрацией взвешенных веществ, СО и формальдегида отрицательна. Это значит, что концентрация этих веществ увеличивается с понижением влажности воздуха.

**Таблица 2**

**Значение коэффициентов корреляции между влажностью воздуха и концентрацией загрязняющих веществ в г. Тюмень, 2011-2013 гг.**

Загрязняющие вещества	Коэффициент корреляции				
	Пост №2	Пост №3	Пост №6	Пост №9	Пост №10
Взвешенные вещества	-0,6	-0,4	-0,6	-0,5	-0,5
Сажа	-0,2	0,1	-0,1	0,3	0,3
СО	-0,3	-0,4	-0,4	-0,1	-0,4
SO <sub>2</sub>	0,3	0,3	0,1	0,4	0,2
NO <sub>2</sub>	-0,2	0,3	0,1	0,3	0,3
NO	0,3	-	-	-	-
Формальдегид	-0,2	-0,2	-	-0,1	-0,04
Фенолы	-	-	0,04	0,1	-0,2

Таблица 3

Значение коэффициентов корреляции между атмосферным давлением воздуха и концентрацией загрязняющих веществ в г. Тюмень, 2011-2013 гг.

Загрязняющие вещества	Коэффициент корреляции				
	Пост №2	Пост №3	Пост №6	Пост №9	Пост №10
Взвешенные вещества	-0,3	-0,2	-0,4	-0,2	-0,3
Сажа	0,3	0,6	0,2	0,6	0,5
CO	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
SO <sub>2</sub>	0,6	0,6	0,4	0,5	0,4
NO <sub>2</sub>	0,4	0,7	0,6	0,6	0,4
NO	0,6	-	-	-	-
Формальдегид	-0,2	-0,2	-	-0,3	-0,4
Фенолы	-	-	0,1	0,1	-0,02

Корреляционная зависимость между атмосферным давлением и концентрацией загрязняющих веществ (таблица 3) положительная для сажи, CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> и NO, т.е. при увеличении давления концентрация этих веществ в атмосферном воздухе увеличивается. Для взвешенных веществ и формальдегида зависимость обратная, т.е. концентрация этих веществ увеличивается с понижением давления воздуха.

Таким образом, климатические характеристики не одинаково влияют на различные загрязняющие вещества, как способствуя, так и препятствуя их рассеиванию. В зимнее время года наблюдается повышение концентраций SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO вследствие воздействия комплекса климатических параметров: отрицательные температуры воздуха, высокая влажность и высокое атмосферное давление, характерное для антициклонального типа погоды. Положительные температуры воздуха, низкая влажность и низкое давление атмосферного воздуха, характерные для летнего периода, приводят к повышению концентрации взвешенных веществ и формальдегида.

#### Литература

1. Бакулин В.В., Козин В.В., География Тюменской области. Учебное пособие. Екатеринбург: Средне-Уральское книжное издательство, 1996. - 239 с.
2. Гусейнов А.Н. Экология города Тюмени: состояние, проблемы. - Тюмень: Издательская фирма «Слово», 2001, - 176 с.
3. Хромов С. П. Метеорология и климатология: учебник. - 7-е изд. / С.П. Хромов, М.А. Петросянц. - М.: Изд-во Моск. ун-та: Наука, 2006. - 582 с.

### АНАЛИЗ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ ЛИСТЬЕВ ТОПОЛЯ БАЛЬЗАМИЧЕСКОГО В УСЛОВИЯХ РТУТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Я. С. Матвиенко

Научные руководители доцент Д.В. Юсупов, старший преподаватель Д.В. Наркович  
**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Известно, что среди всех органов растений, листья занимают одну из ведущих позиций в поглощении из атмосферного воздуха токсичных компонентов, одним из которых является ртуть. Их эмиссия в окружающую среду может приводить к значительным изменениям в морфологии и анатомии листьев [1].

Для оценки антропогенных воздействий на природные и урбанизированные ландшафты в системе биомониторинга возможно использование метода биоиндикации, в основе которого лежит свойство организмов реагировать на воздействие факторов окружающей среды [2]. Нарушение симметрии листьев является одним из биоиндикационных показателей воздействия факторов окружающей среды на живой организм. Появление незначительных отклонений от нормального строения различных морфологических признаков, обусловленных нарушениями в развитии, можно оценить путем анализа флуктуирующей асимметрии. Флуктуирующая асимметрия (ФА) является интегральным ответом организма на состояние окружающей среды [3].

В качестве объекта исследования выбраны листья тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.), так как этот вид характеризуется быстрым ростом, относительно устойчив к воздействию пылевидных и газообразных загрязнителей, способен аккумулировать наибольшее количество поллютантов в вегетативных органах и тканях и широко используется в «зеленом строительстве».

Цель работы - анализ параметров флуктуирующей асимметрии листьев тополя бальзамического для оценки возможности их использования в качестве биоиндикатора ртутного загрязнения окружающей среды.

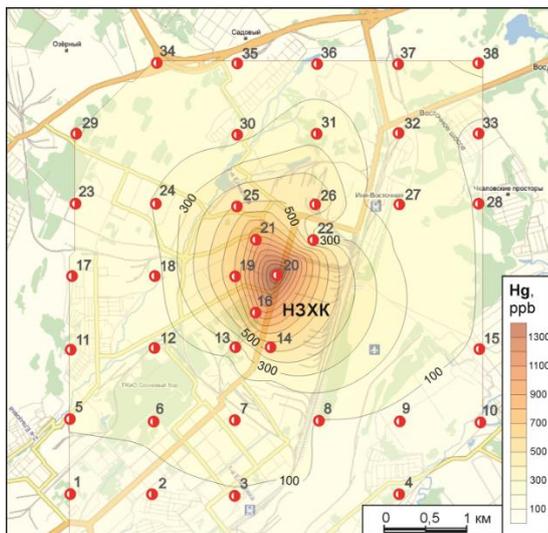
Исследование проведено на территории г. Новосибирска. Город Новосибирск расположен в юго-восточной части Западно-Сибирской равнины, является административным центром Сибирского федерального округа и Новосибирской области. Новосибирская промышленная агломерация - крупнейшая в Сибири. Основными

отраслями экономики города являются машиностроение, металлургия, химическое производство ядерного топливного цикла, тепло- и гидроэнергетика, строительство, а также пищевая промышленность.

В июле 2017 года в зоне влияния Новосибирского завода химконцентратов (ПАО «НЗХК») произведена площадная биогеохимическая съемка с целью заверки ранее выявленного ореола ртути [7]. Сеть отбора проб составила 1×1 км. Всего отобрано 38 проб листьев тополя бальзамического. Листья отбирали в один день согласно методическим рекомендациям [4]. Подготовка проб листьев к анализу ртути заключалась в их высушивании при комнатной температуре, ручном измельчении, взятии навески.

Содержание ртути в образцах сухой массы листьев тополя определено методом атомной абсорбции на анализаторе «РА-915+» с приставкой «ПИРО-915+» (аналитик, аспирант Е.М. Турсуналиева). Для контроля точности измерений использован стандартный образец листа березы ЛБ-1 (ГСО 8923-2007).

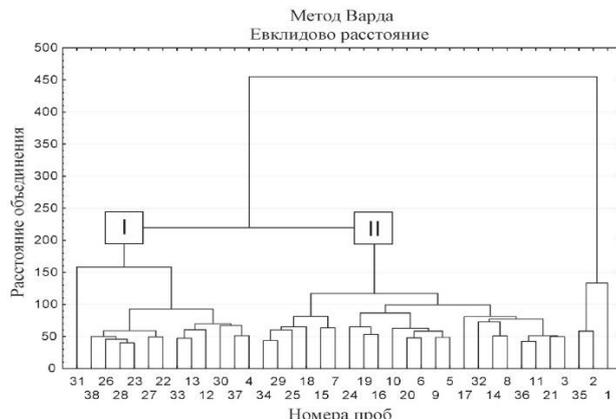
Максимальное содержание ртути в листьях тополя установлено на территории Калининской промышленной зоны, вблизи промышленной площадки ПАО «НЗХК». Максимальное содержание ртути в листьях здесь достигает 1298 нг/г, что превышает средний региональный уровень ртути (25 нг/г) в листьях тополя в городах более чем в 50 раз [2]. Пространственное распределение концентраций ртути на территории северной части г. Новосибирска по данным опробования листьев тополя представлено на рис. 1 [5].



**Рис. 1** Биогеохимический ореол ртути в зоне влияния Новосибирского завода химконцентратов по данным опробования листьев тополя. Пунсонами отмечены места отбора проб и их номера

Для анализа величины ФА исследовано по 10 листьев тополя из 38 проб (380 шт.). По методике [6] у каждого листа измеряли 5 параметров с левой и правой сторон относительно главной жилки: 1 - ширину половинки листа; 2 - длину второй жилки от основания листа; 3 - расстояние между основаниями первой и второй жилок; 4 - расстояние между концами этих жилок; 5 - угол между главной и второй от основания жилками. Интегральный показатель ФА проб оценивали по 5-балльной шкале: 1 балл соответствует условной норме, а 5 баллов - критическому состоянию [6]. На исследуемой территории г. Новосибирска в пределах выявленного биогеохимического ореола ртути для большинства проб листьев тополя получен максимальный балл асимметричности.

Кластерный анализ, проведенный по измеренным значениям пяти параметров асимметрии листьев, позволил выделить две укрупненные группы проб и оценить их пространственное положение относительно ореола ртути (рис. 2).



**Рис. 2** Дендрограмма корреляционной матрицы значений параметров асимметрии листьев тополя бальзамического в условиях ртутного загрязнения; I, II - номера кластеров

Кластер I объединил пробы, расположенные преимущественно на периферии ореола ртути в буферной зоне. В него вошли пробы с содержанием ртути 100 нг/г и менее. Кластер II сгруппировал пробы с наибольшим содержанием ртути ядерной части ореола, а также пробы, преимущественно ближнего радиуса в импактной зоне.

Таким образом, выявлено влияние ртутного загрязнения атмосферного воздуха на уровень флуктуирующей асимметрии листьев тополя бальзамического, что позволяет использовать этот объект в системе биологического мониторинга в качестве биоиндикатора состояния окружающей среды. Необходимо отметить, в работе учтен один выраженный техногенный фактор, влияющий на морфологические признаки листьев тополя - уровень содержания ртути. Однако же на параметры асимметрии могут влиять ряд других, в том числе геохимических факторов среды, которые не рассматривались в данном исследовании.

#### Литература

1. Баргальи Р. Биогеохимия наземных растений / пер. с англ. И.Н. Михайловой. - М.: ГЕОС, 2005. - 457 с.
2. Константинов Е.Л. Особенности флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой (*Betula pendula Roth.*) как вида биоиндикатора: дис. ...канд. биол. наук. - Калуга, 2001г. - 126 с.
3. Кулагин А.А. Экспериментальная оценка повреждений ассимиляционных органов тополя бальзамического ионами различных металлов // Лесной вестник. - Уфа, 2003. - № 5. - С. 15 - 20.
4. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. - М.: Гидрометеоиздат, 1981. - 108 с.
5. Турсуналиева Е.М. Наблюдение за содержанием ртути в листьях тополя бальзамического в зоне влияния новосибирского завода химконцентратов // Экология России и сопредельных территорий: Материалы XXII Междунар. экол. студенческой конф. / Новосибир. гос. ун-т. Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2017. - с. 32
6. Шаймарданова Б.Х. Оценка качества урбанизированных территорий (на примере г. Павлодара) и прогнозирование экологической безопасности среды обитания: автореферат. дис. ... доктора биол. наук. - 2010г. - 42 с.
7. Юсупов Д.В., Ляпина Е.Е., Турсуналиева Е.М., Осипова В.В. Ртуть в листьях тополя на территории Калининской промышленной зоны г. Новосибирска // Экологические проблемы региона и пути их решения: Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, проводимой в рамках Сибирского экологического форума «Эко-BOOM». - Омск: Литера, 2016. - С. 403 - 408.

## ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ СНЕГА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ТЭЦ Г.СЕВЕРСКА

Е.А. Мельникович

Научный руководитель доцент А.В. Таловская

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия*

К числу наиболее интенсивно воздействующих на окружающую среду объектов промышленности относятся предприятия ТЭК [7]. Одним из таких объектов является ТЭЦ, оказывающая техногенное воздействие на компоненты природных сред. Снеговой покров эффективно накапливает аэрозольные загрязняющие вещества из атмосферы, которые попадают с выбросами ТЭЦ. К выбросам относятся такие вещества, как окислы углерода, твердые вещества, углеводороды, летучие органические соединения, диоксид серы, оксид углерода и т.д. Снеговая геохимическая съемка активно используется многими исследователями для оценки состояния территорий [2, 11, 12].

Объектом исследования выбрано предприятие топливно-энергетического комплекса - ТЭЦ г.Северска, основной вид топлива которой - уголь Кузнецкого бассейна, газ является резервным топливом [4]. Уголь на ТЭЦ хранится открытым способом, что в свою очередь приводит к пылению и загрязнению атмосферы угольной пылью. Сжигание угля на ТЭЦ проводится без его предварительной обработки, что приводит к образованию крупноразмерных частиц и большого количества шлака.

В феврале 2014 г. был проведен отбор проб снежного покрова в окрестностях ТЭЦ г. Северска (отбор и подготовка проб - бакалавр ТПУ Монасыров И.И.) Всего было отобрано 7 проб снега. Отбор и подготовка проб снега проводились с учетом рекомендаций, описываемых в работах [2, 3, 6, 9, 10, 12, 14]. Согласно [9] перенос загрязнений фиксируется на расстоянии от 10 до 40 эффективных высот труб промышленных предприятий, основной перенос загрязнений осуществляется согласно главенствующему направлению ветра. Поэтому при планировании точек отбора учитывали эти рекомендации. Высота трубы ТЭЦ г. Северска составляет 125 м, главенствующее направление ветра - юго-западное. Пробы отбирались в северо-восточном и юго-западном направлениях. Расстояние от трубы до точек отбора снега в северо-восточном направлении составляло 0,5; 1; 1,66; 2,31; 2,91 км. Расстояние от трубы до первой точки отбора пробы снега в юго-западном направлении составляло 0,5 км, до второй точки отбора - 0,9 км.

Пробоподготовка снега предполагает отдельный анализ твердого осадка снега, состоящего из твердых частиц, осаденных на поверхность снегового покрова и снеготалой воды, полученной при оттаивании. В пробах твердого осадка снега содержание 28 химических элементов определяли инструментальным нейтронно-активационным анализом (ИНАА) в аттестованной ядерно-геохимической лаборатории Международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ. В лаборатории микроэлементного анализа природных сред МИНОЦ «Урановая геология» на базе кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ на ртутном анализаторе «РА-915+» с пиролитической приставкой «ПИРО-915+» в

**СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.**

соответствии с методиками ПНД Ф 16.1:2.23- 2000 и М 03-05-2005 (при консультации к.г.м.-н., ст. преподавателя каф. ГЭГХ Ляпиной Е.Е.) определяли содержание ртути в пробах твердого осадка снега за 2014 и 2015 гг.

Для снегового покрова в качестве фона использовались данные по территории, удаленной от урбанизированных районов - Средний Васюган, 480 км от г. Томска [15]. Фон для ртути взят в пос. Киреевск (70 км от Томска) [8].

По данным ИНАА содержание большинства химических элементов в пробах с исследуемой территории превышает фоновые значения в десятки раз (табл).

*Таблица*

**Геохимические ряды ассоциаций элементов (относительно фона\*) в пробах твердого осадка снега и суммарный показатель загрязнения (Zc) в зоне воздействия ТЭЦ г.Северска, 2014 г.**

Расстояние от труб, км	Геохимический ряд по величине Kc	Суммарный показатель загрязнения
<b>Северо-восток</b>		
0,5	U <sub>36,43</sub> -Br <sub>24,54</sub> -Ta <sub>22,09</sub> -La <sub>21,96</sub> -Yb <sub>21,19</sub> -Tb <sub>20,63</sub> -As <sub>14,46</sub> -Sm <sub>14,35</sub> -Ba <sub>11,32</sub> -Ce <sub>9,94</sub> -Lu <sub>7,99</sub> -Th <sub>6,16</sub> -Na <sub>3,95</sub> -Hf <sub>3,79</sub> -Ca <sub>2,16</sub> -Cs <sub>2,14</sub> -Fe <sub>2,03</sub> -Sr <sub>1,98</sub> -Sc <sub>1,63</sub> -Co <sub>1,55</sub> -Rb <sub>1,45</sub> -Eu <sub>1,31</sub> -Zn <sub>1,08</sub> -Cr <sub>0,44</sub> -Sb <sub>0,44</sub> -Ag <sub>0,07</sub> -Au <sub>0,0023</sub>	212
1	U <sub>34,62</sub> -Tb <sub>25,05</sub> -Ta <sub>21,39</sub> -La <sub>19,67</sub> -Yb <sub>19,60</sub> -Br <sub>15,44</sub> -Sm <sub>13,43</sub> -Ce <sub>10,66</sub> -Ba <sub>10,05</sub> -Lu <sub>7,33</sub> -As <sub>6,50</sub> -Th <sub>6,05</sub> -Hf <sub>3,62</sub> -Sr <sub>3,22</sub> -Na <sub>2,77</sub> -Ca <sub>2,58</sub> -Fe <sub>2,37</sub> -Cs <sub>2,01</sub> -Sc <sub>1,58</sub> -Co <sub>1,48</sub> -Rb <sub>1,37</sub> -Eu <sub>1,15</sub> -Cr <sub>0,41</sub> -Zn <sub>0,36</sub> -Sb <sub>0,29</sub> -Ag <sub>0,07</sub> -Au <sub>0,0023</sub>	191
1,66	U <sub>40,83</sub> -Br <sub>24,80</sub> -Tb <sub>24,79</sub> -Ta <sub>21,10</sub> -Yb <sub>20,98</sub> -La <sub>20,47</sub> -Sm <sub>13,60</sub> -Ce <sub>10,49</sub> -Ba <sub>10,29</sub> -Lu <sub>7,99</sub> -Th <sub>5,46</sub> -As <sub>4,64</sub> -Hf <sub>3,86</sub> -Ca <sub>2,46</sub> -Na <sub>2,45</sub> -Fe <sub>2,38</sub> -Cs <sub>2,29</sub> -Sr <sub>2,21</sub> -Sc <sub>1,63</sub> -Eu <sub>1,47</sub> -Co <sub>1,41</sub> -Rb <sub>1,30</sub> -Cr <sub>0,38</sub> -Zn <sub>0,35</sub> -Sb <sub>0,31</sub> -Ag <sub>0,07</sub> -Au <sub>0,0023</sub>	206
2,31	U <sub>31,38</sub> -Tb <sub>21,18</sub> -Yb <sub>19,89</sub> -La <sub>18,05</sub> -Ta <sub>16,79</sub> -Br <sub>14,32</sub> -Sm <sub>12,60</sub> -As <sub>10,86</sub> -Ce <sub>9,54</sub> -Ba <sub>9,52</sub> -Lu <sub>7,19</sub> -Th <sub>5,23</sub> -Hf <sub>3,45</sub> -Na <sub>3,43</sub> -Cs <sub>2,22</sub> -Ca <sub>2,17</sub> -Fe <sub>1,86</sub> -Sc <sub>1,57</sub> -Eu <sub>1,35</sub> -Co <sub>1,33</sub> -Rb <sub>1,26</sub> -Sr <sub>0,54</sub> -Cr <sub>0,45</sub> -Sb <sub>0,42</sub> -Zn <sub>0,39</sub> -Ag <sub>0,07</sub> -Au <sub>0,0023</sub>	175
2,91	U <sub>37,38</sub> -Tb <sub>22,11</sub> -Yb <sub>21,35</sub> -Br <sub>20,57</sub> -La <sub>19,69</sub> -Ta <sub>17,01</sub> -Sm <sub>13,49</sub> -Ce <sub>10,22</sub> -Ba <sub>10,10</sub> -Lu <sub>7,69</sub> -Th <sub>6,89</sub> -As <sub>4,76</sub> -Hf <sub>3,71</sub> -Sr <sub>2,72</sub> -Na <sub>2,42</sub> -Ca <sub>2,40</sub> -Fe <sub>2,28</sub> -Cs <sub>2,07</sub> -Sc <sub>1,60</sub> -Co <sub>1,38</sub> -Eu <sub>1,35</sub> -Rb <sub>1,31</sub> -Cr <sub>0,50</sub> -Sb <sub>0,39</sub> -Zn <sub>0,31</sub> -Ag <sub>0,07</sub> -Au <sub>0,0023</sub>	191
<b>Юго-запад</b>		
0,5	U <sub>29,20</sub> -Yb <sub>19,73</sub> -Tb <sub>19,10</sub> -Ta <sub>19,00</sub> -La <sub>18,66</sub> -Sm <sub>12,53</sub> -Br <sub>10,72</sub> -Ba <sub>10,54</sub> -Ce <sub>9,96</sub> -Lu <sub>7,02</sub> -Th <sub>5,20</sub> -Sr <sub>4,17</sub> -Hf <sub>3,64</sub> -Na <sub>3,17</sub> -Ca <sub>2,13</sub> -Fe <sub>2,04</sub> -Cs <sub>1,98</sub> -Sc <sub>1,62</sub> -Co <sub>1,48</sub> -Eu <sub>1,26</sub> -Rb <sub>1,02</sub> -Zn <sub>0,73</sub> -Cr <sub>0,43</sub> -Sb <sub>0,29</sub> -Ag <sub>0,07</sub> -Au <sub>0,0023</sub>	164
1	U <sub>34,58</sub> -Yb <sub>21,67</sub> -La <sub>19,60</sub> -Tb <sub>17,80</sub> -Ta <sub>17,79</sub> -Sm <sub>15,86</sub> -Ce <sub>10,65</sub> -Ba <sub>10,01</sub> -Br <sub>9,42</sub> -Lu <sub>7,27</sub> -As <sub>6,17</sub> -Th <sub>6,00</sub> -Sr <sub>3,92</sub> -Na <sub>3,83</sub> -Hf <sub>3,82</sub> -Ca <sub>2,29</sub> -Fe <sub>2,23</sub> -Cs <sub>1,95</sub> -Sc <sub>1,61</sub> -Co <sub>1,45</sub> -Eu <sub>1,25</sub> -Rb <sub>1,17</sub> -Zn <sub>0,46</sub> -Cr <sub>0,45</sub> -Sb <sub>0,39</sub> -Ag <sub>0,07</sub> -Au <sub>0,0023</sub>	179

Примечание: \* - Средний Васюган, 480 км от г. Томска [15], для ртути взят в пос. Киреевск (70 км от Томска) [8]; 128-256 - высокая степень загрязнения, согласно градации [3].

Сопоставление концентраций поллютантов городских проб снега с соответствующими значениями их фонового аналога используются для более объективной оценки геохимической индикации загрязнения снежного покрова. Для этого проводится расчет коэффициента концентрации химических элементов, который показывает кратность превышения содержания химического элемента в точке отбора над его содержанием на фоновой территории в аналогичных условиях [3, 5]. Наибольшие коэффициенты концентрации наблюдаются в северо-восточном направлении для элементов: U (в 29-40 раз), Tb (в 18-25 раз), Ta (в 17-22 раз). Повышенные значения коэффициентов концентраций характерны для проб, испытывающих воздействие локальных источников выбросов (ТЭЦ) и определяющихся видами промышленности на данной территории.

Общий вклад химических элементов в загрязнении снежного покрова отражается с помощью суммарного показателя загрязнения. Согласно градации [3] по степени загрязнения для снежного покрова исследуемой территории характерна высокая степень загрязнения (табл). В северо-восточном направлении наблюдается неравномерное распределение суммарного показателя загрязнения с увеличением расстояния от ТЭЦ, что может быть связано с иными локальными источниками выбросов.

При построении геохимических рядов были определены основные элементы, определяющие уровень загрязнения данной территории: в северо-восточном направлении - U, Br, Ta, La, Tb, Yb; в юго-западном - U, Yb, Tb, Ta, La. По выявленному набору элементов в снеговом покрове можно судить об их промышленном источнике. Возможно, поступление данных элементов обусловлено процессами сжигания угля, поскольку используемые угли Кузнецкого бассейна содержат в себе в качестве примесей радиоактивные и редкоземельные элементы [1]. Вероятно, поступление же таких элементов как U, La, Yb может быть обусловлено также деятельностью заводов, расположенного рядом Сибирского химического комбината [13, 15].

Таким образом, на основе проведенного анализа данных для проб твердого осадка снега в зоне влияния ТЭЦ г. Северска выявлены элементы, определяющие высокую степень загрязнения данной территории.

Литература

1. Арбузов С.И. Геохимия редких элементов в углях Центральной Сибири. Автореферат на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. - Томск, 2005. - 24 с.
2. Бортникова С.Б., Рапута В.Ф., Девятова А.Ю. и др. Методы анализа данных загрязнения снегового покрова в зонах влияния промышленных предприятий (на примере г.Новосибирска) // Геоэкология, 2009. - №6. - С. 515-525.
3. Геохимия окружающей среды/Ю. Е. Сает, Б. А. Ревич, Е. П. Янин, Р. С. Смирнова, И. Л. Башаркевич, Т. Л. Онищенко, Л. Н. Павлова, Н. Я. Трефилова, А. И. Ачкасов, С. Ш. Саркисян. М.: Недра, 1990. - 335 с.
4. Годовой отчет ТВЭЛ за 2015 г. [Электронный ресурс]. - Электрон. Текстовые дан. - Москва, 2015. - Режим доступа: [http://www.tvel2015.ru/ru/section\\_0\\_0/](http://www.tvel2015.ru/ru/section_0_0/), свободный.
5. Касимов Н.С. Экогеохимия городских ландшафтов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1995. 336 с.
6. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами. - М.: Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии Редких элементов, 1982. -112 с.
7. Ревич Б.А. К оценке влияния деятельности ТЭК на качество окружающей среды и здоровье населения // Проблемы прогнозирования. - Москва, 2010. - №4. - С.87-99.
8. Ртуть в пылеаэрозолях на территории г. Томска / А.В. Таловская, Е.А. Филимоненко, Н.А. Осипова, Е.Г. Язиков // Безопасность в техносфере. - 2012. - № 2. - С. 30-34.
9. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186 № 2932-83. - М.: Госкомгидромет, 1991. - 693 с.
10. Селюнина С.В., Петров Б.А., Цапок П.И. Заболеваемость населения, проживающего в зонах влияния атмосферных выбросов городских предприятий теплоэнергетики // Вятский медицинский вестник, 2005. - №2. - С. 64-67.
11. Таловская А.В., Язиков Е.Г., Шахова Т.С. и др. Оценка аэротехногенного загрязнения в окрестностях угольных и нефтяных котельных по состоянию снегового покрова (на примере Томской области) // Известия Томского политехнического университета, 2016. - №10. - С.116-130.
12. Филимоненко Е.А., Таловская А.В., Язиков Е.Г. и др. Минералогия пылевых аэрозолей в зоне воздействия промышленных предприятий г.Томска // Фундаментальные исследования, 2013. - №8(3). - С. 760-765.
13. Эколого-геохимические особенности природных сред Томского района и заболеваемость населения / Л.П. Рихванов, Е.Г. Язиков, Ю.И. Сухих и др. - Томск, 2006. - 216 с.
14. Язиков Е.Г., Голева Р.В., Рихванов Л.П. и др. Минеральный состав пылеаэрозольных выпадений снегового покрова Томской агропромышленной агломерации // Записки Всероссийского минералогического общества. - 2004. - №5. - С.69-78.
15. Язиков Е.Г. Экогеохимия урбанизированных территорий юга Западной Сибири: дис. ... д-ра геолого-минерал. наук. - Томск, 2006. - 423 с.

**БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВЬЮН (ВОСТОЧНАЯ ЯКУТИЯ)**

**А. Ю. Мишанькин, Е. С. Афанасьев**

Научный руководитель профессор Е. Г. Язиков, старший преподаватель Е. А. Филимоненко  
**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Развитие минерально-сырьевой базы золота в России связано с включением в оборот новых месторождений на Северо-Востоке страны [5]. Основной перспективной территорией для освоения рудных месторождений золота является Яно-Колымская золотоносная провинция. Золоторудное месторождение Вьюн относится к указанной провинции и входит в состав Эльгенджинского рудно-россыпного узла Адыча-Тарынской золотоносной зоны.

Рудоносная структура месторождения Вьюн представлена кварцево-жильной зоной. Руды характеризуются простым минеральным составом и относятся к золото-кварцевому типу. Среди рудных минералов преобладает арсенопирит, часто встречается пирит и халькопирит [1].

На территории месторождения Вьюн в летний сезон 2017 г. была проведена биогеохимическая съемка с целью установления особенностей элементного состава растительности. Исследования проводились в рамках получения комплексной эколого-геохимической информации о месторождении на его доэксплуатационном этапе функционирования. В качестве объектов биогеохимических исследований использовались ягель (*Cladonia rangiferina*) и кора лиственницы даурской (*L. dahurica Turcz.*) в связи с их преобладанием в растительном покрове изучаемой территории. В целом, биогеохимические оценки территорий золотодобычи на Дальнем Востоке России с использованием выбранных нами биологических видов весьма распространены [6, 8].

Отбор проб коры лиственницы даурской и ягеля на территории месторождения Вьюн производился в масштабе 1:50000. Всего было отобрано 18 проб коры лиственницы и 19 проб ягеля. Пробы коры лиственницы отбирались с нескольких (3-5) взрослых деревьев с 2-х (в случае если диаметр ствола менее 15 см) или 4-х сторон ствола на высоте 1,5 метра от поверхности земли. Образцы ягеля отбирались не менее чем с 4 пробных площадок на каждой точке отробования [4]. Отобранные пробы растительности помещались в пакеты из крафт-бумаги, в которых впоследствии высушивались до воздушно-сухого состояния и после измельчались.

Аналитическое определение содержаний 67 химических элементов во всех образцах измельченного сухого вещества коры лиственницы даурской и ягеля проводилось методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой в Химико-аналитическом центре «Плазма», г. Томск (аттестат аккредитации RA.RU516895).

По результатам проведенных на территории месторождения Вьюн биогеохимических исследований коры лиственницы даурской и ягеля установлено, что для Be, Sc, Cr, Rb, Y, Ag, In, Te, Eu, Lu, Re, Os, Ir, Tl не характерны различия уровней их концентрирования в сухом веществе рассматриваемых растений. При этом для ягеля

**СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.**

установлено относительно повышенное накопление Na, Fe, Ti, V, Zr, Nb, Nd, Th, Pr, Mo, Hf, Ho, Er, Li, Cs, Bi, U, Ce, As, Sb, Yb, Tb, Ta, Tm, Dy, La, Gd, Sm, Pb по сравнению с корой лиственницы даурской, при этом в коре лиственницы более интенсивно накапливаются Ca, K, Ba, Sr, Mn, Mg, P, Sn, Al, Co, Au, Zn, Ga, Gh, Ge, Cu, W, Ni, Se, Cd, Rh, Ru, Pd.

*Таблица*

**Кларки концентрации химических элементов в коре лиственницы даурской (*L. dahurica Turcz.*) и ягеле (*Cladonia rangiferina*), отобранных на территории золоторудного месторождения Вьюн**

Кларк концентрации	Относительно кларка ноосферы [2]	Относительно среднего состава референтного растения [9]
<b>Кора лиственницы даурской (<i>L. dahurica Turcz.</i>) (количество проб - 18)</b>		
Более 100	-	Ru, Rh
50 - 100	In	Pt
5 - 50	Te, Dy, Au	Be, Sc, Se, Os, Ir, Au
1 - 5	P, Mn, Ba	Al, Cr, Mn, Ga, As, Sr, Cd, Ba
Менее 1	Li, Be, Na, Mg, Al, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, Sn, Sb, Cs, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Ho, Er, Yb, Lu, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Hg, Tl, Pb, Bi, Th, U	Li, Na, Mg, P, K, Ca, Ti, V, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ge, Rb, Y, Zr, Nb, Mo, Pd, Ag, In, Sn, Sb, Te, Cs, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, W, , Hg, Tl, Pb, Bi, U
<b>Ягель (<i>Cladonia rangiferina</i>) (количество проб - 19)</b>		
50 - 100	In	Rh, Pt
5 - 50	Te, Dy	Be, Sc, Os, Ir
1 - 5	Au	Cr, As, Se, Au, Th
Менее 1	Li, Na, Mg, Al, P, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, Sn, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Ho, Er, Yb, Lu, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Hg, Tl, Pb, Bi, Th, U	Li, Na, Mg, Al, P, K, Ca, Ti, V Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, Cs, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, W, , Hg, Tl, Pb, Bi, U

Анализ пространственного распределения содержаний химических элементов в коре лиственницы даурской и ягеле позволил выявить, что наибольшие содержания Fe, Ti, As, Sm, V, Nd, Eu, Au, Zr, Tb, Gd, Dy, Nb, Er, U, Ho, Tm территориально приурочены к участку локализации рудной зоны месторождения.

Геохимическая специализация коры лиственницы даурской и ягеля, произрастающих на территории золоторудного месторождения Вьюн, была установлена по данным сравнения их элементного состава с кларком ноосферы [2] и средним составом референтного растения [9] путём расчёта кларков концентраций химических элементов. Необходимо особо отметить, что при использовании кларков химических элементов (земной коры, ноосферы и др.) важно принимать во внимание наличие возможных неопределённостей данных для редких элементов, например, теллура, платиноидов и некоторых других [3].

По результатам расчетов кларков концентрации для химических элементов (относительно кларка ноосферы) биогеохимические особенности территории Вьюнского месторождения сформированы преимущественно Au, а также In, Dy, Te (таблица 1). Выявленная ассоциация химических элементов в растениях золоторудного месторождения частично отражает его металлогенические особенности. Возможной причиной повышенных уровней концентрирования In в биообъектах может быть вхождение индия в состав арсенопиритов и пирита [7].

В сравнении со средним составом референтного растения изученные биообъекты на территории Вьюнского месторождения характеризуются повышенным накоплением Au, металлов платиновой группы (Rh, Ru, Pt, Ir, Os) и Sc, Be, Se (таблица 1).

Наиболее высокими содержаниями в сухом веществе исследуемых биообъектов характеризуются такие химические элементы, как Ru, Rh, Pt (относительно среднего состава референтного растения), In (относительно кларка ноосферы).

Околокларковые уровни содержания в сухом веществе коры лиственницы даурской установлены для P, Mn, Ba. При этом для абсолютного большинства рассмотренных химических элементов в биообъектах на территории Вьюнского месторождения характерны содержания ниже кларковых.

Таким образом, проведенные биогеохимические исследования коры лиственницы даурской (*L. Dahurica Turcz.*) и ягеля (*Cladonia rangiferina*) на территории золоторудного месторождения Вьюн позволили установить особенности элементного состава коры лиственницы и ягеля. Полученные данные могут использоваться в качестве фоновых характеристик территории при осуществлении эколого-геохимического мониторинга в ходе последующего освоения месторождения.

*Работа выполнена в рамках Договора между ООО «Дальзолото» и Национальным исследовательским Томским политехническим университетом №13.13-108/2017 от 27.04.2017 г.*

Литература

1. Анисимова Г.С., Протопопов Р.И. Геологическое строение и состав руд золото-кварцевого месторождения Вьюн, Восточная Якутия // Руды и металлы. 2009. № 5. С. 59-69.
2. Глазовский Н. Ф. Техногенные потоки веществ в биосфере // Добыча полезных ископаемых и геохимия природных экосистем. - М.: Наука, 1982. - С. 7-28.
3. Григорьев Н. А. Среднее содержание химических элементов в горных породах, слагающих верхнюю часть континентальной коры // Геохимия. 2003. № 7. С. 785-792.
4. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. Под ред. Зырина Н.Г., Малахова С.Г. - М.: Гидрометиздат, 1981. 108 с.
5. Наталенко А. Е., Пак В. А. Основные направления развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации // Минеральные ресурсы России: экономика и управление. 2015. № 1. С. 35-40.
6. Сорокина О.А. Влияние золотодобычи на состояние растительности долины реки Джалинда (Дальний Восток) // География и природные ресурсы. 2009. № 3. С. 37-42.
7. Химическая энциклопедия. В 5 т. Т. 2 / под ред. И. Л. Кнунянца. - М.: Советская энциклопедия, 1990. - 671 с.
8. Юсупов Д.В. Биогеохимические ореолы золота и ртути Покровского золоторудного месторождения (Верхнее Приамурье) // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 2009. № 6. С. 38-43.
9. Markert B. Establishing of 'reference plant' for inorganic characterization of different plant species by chemical fingerprinting // Water, Air, and Soil Pollution. 1992. № 64 (3). P. 533-538.

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И МОНИТОРИНГ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА  
УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ)**

**Н.И. Налегач**

Научный руководитель – старший преподаватель Т. А. Мележ  
*Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины,  
г. Гомель, Республика Беларусь*

Земельные ресурсы создают основу для ведения сельского и лесного хозяйства, городской и сельской застройки, размещения промышленных и коммунальных объектов, транспортных коммуникаций и другой деятельности человека. По данным государственного земельного кадастра по состоянию на 1 января 2017 г. общая площадь земель Республики Беларусь составляет 20760,0 тыс. га, в том числе 8540,2 тыс. га сельскохозяйственных земель, из них 5 683,8 тыс. га пахотных [2].

Почвенный покров страны испытывает существенное преобразование как под влиянием интенсивной хозяйственной деятельности - техногенный пресс: загрязнение поллютантами (аэрозоли, тяжелые металлы, радионуклиды и прочее), внесение удобрений, что негативно может сказываться на качестве земель, так и вследствие действия природных процессов. Процессы техногенеза оказывают «мгновенное» действие, в отличие от природных процессов, имеющие длительный временной эффект. Загрязнение земель характерно для городских территорий, промышленных предприятий, участков хранения и захоронения пестицидов, территорий в зонах воздействия полигонов промышленных и коммунальных отходов, автозаправочных станций и нефтехранилищ, бывших военных баз, участков разведки и добычи полезных ископаемых. Данные территории являются зонами повышенного экологического риска, что требует постоянных наблюдений и контроля за их состоянием. Для почв урбанизированных территорий характерно превышение фоновых концентраций свинца, цинка, меди, никеля, кадмия, сульфатов и нитратов, полученных на сети фонового мониторинга, что подтверждает факт накопления техногенных элементов-загрязнителей в верхнем слое городских почв.

На территории Беларуси ежегодно проводится мониторинг химического загрязнения почв государственным учреждением «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» по следующим направлениям: наблюдения за почвами на фоновых территориях; наблюдения за почвами в населенных пунктах; наблюдения за почвами придорожных полос автодорог. Оценка состояния почв производится путем сравнения с величинами предельно допустимых или ориентировочно допустимых концентраций (ПДК или ОДК).

В 2016 г. наблюдения проводились в городах Витебск, Новополоцк, Гомель, Молодечно, Могилев. В пробах почвы анализировалось содержание тяжелых металлов (общее содержание), сульфатов, нитратов, нефтепродуктов. По результатам наблюдение определены минимальные, максимальные и средние значения загрязняющих веществ (уровень рН, сульфат и нитрат ионы, нефтепродукты, бензопирен, полихлорированных дифенилов) в почвах в контрольных городах (таблица).

Для Витебска и Гомеля определялось содержание бензо(а)пирена, для Могилева и Гомеля - полихлорированных дифенилов (ПХД). Также, данные наблюдений свидетельствуют о том, что в почвах обследованных городов не зарегистрировано превышений ПДК по нитратам. Средние значения нитратов находятся на уровне 0,01-0,12 ПДК (рис. 1). Максимальное значение наблюдается в Гомеле и соответствует 0,6 ПДК.

Для всех городов прослеживается временная динамика изменения степени загрязнения городских почв нитратами (рисунок 2). Предыдущие циклы наблюдений в этих городах проводились в 2011 и 2007 годах. Во всех городах за этот период превышения ПДК по нитратам не наблюдались.

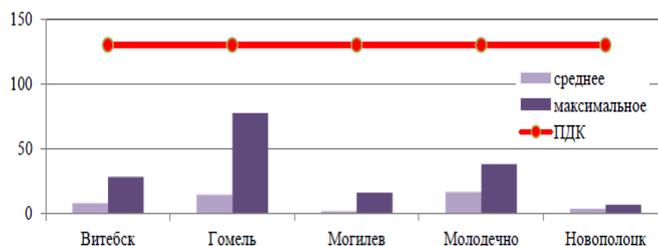
**СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.**

Таблица

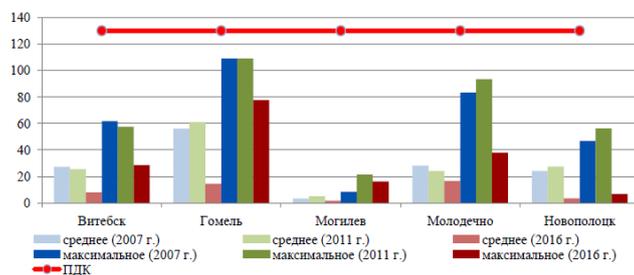
**Содержание загрязнителей в почвах населенных пунктов, мг/кг (по данным [1])**

Объект наблюдений	pH	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Нефте-продукты	Бензо(а) пирен	ПХД (полихлорированных дифенилов)
Витебск	<u>6.89 - 7.44</u> 7,20	<u>47.2 - 118.0</u> 80,7	<u>2,5 - 28,4</u> 7,9	<u>54.8 - 665,1</u> 183,4	<u>0,0002 - 0,0722</u>	-
Гомель	<u>6,03 - 7,4</u> 6,94	<u>35,4 - 129,8</u> 78,2	<u>1,8 - 77,6</u> 14,5	<u>31,1 - 297,6</u> 104,0	<u>0,0008 - 0,0610</u>	-
Могилев	<u>5,86 - 7,96</u> 6,95	<u>13,4 - 240,3</u> 101,0	<u>0,0 - 16,2</u> 1,7	<u>3,8 - 256,6</u> 72,7	-	0,0000 - 0,0010
Молодечно	<u>6,94 - 8,00</u> 7,35	<u>32,1 - 108,1</u> 54,6	<u>7,8 - 38,0</u> 16,6	<u>63,6 - 388,7</u> 177,9	-	-
Новополоцк	<u>6,38 - 7,98</u> 7,14	<u>35,4 - 141,6</u> 77,3	<u>1,7 - 6,8</u> 3,5	<u>34,0 - 370,3</u> 108,9	-	-

Примечание: в числителе приведены минимальное и максимальное значения; в знаменателе - среднее значение

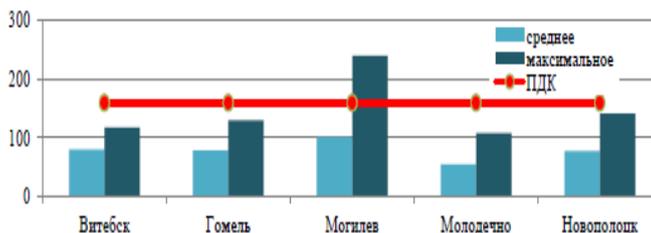


**Рис. 1 Содержание нитратов в почвах городов в 2016 г., мг/л (по данным [1])**



**Рис. 2 Динамика содержания нитратов в почвах городов, мг/кг (по данным [1])**

Превышение норматива качества по сульфатам на уровне 1,5 ПДК отмечено в Могилеве. Средние значения содержания сульфатов в почве городов соответствуют 0,3-0,6 ПДК (рис. 3).



**Рис. 3 Содержание сульфатов в почвах городов в 2016 г., мг/кг (по данным [1])**

Анализируя данные за предыдущие годы наблюдений отмечается превышение значений ПДК по максимальным значениям концентраций сульфатов в почвах таких городов как: Витебск, Гомель, Могилев, Молодечно и Новополоцк (рис. 4).

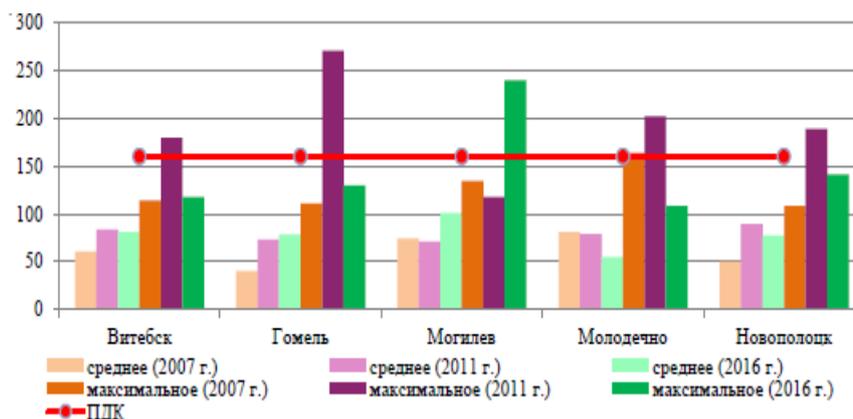


Рис. 4 Динамика содержание сульфатов в почвах городов, мг/кг (по данным [1])

Также, необходимо отметить, что, значения, превышающие ПДК по нефтепродуктам в почвах, характерны для всех обследованных городов: Витебск, Гомель, Могилев, Молодечно и Новополоцк. Наибольшие площади загрязнения характерны для Витебска, Молодечно и Гомеля. Средние значения находятся на уровне 0,7-1,8 ПДК. Максимальные значения зарегистрированы в Витебске, Молодечно и Новополоцке на уровне свыше 6,6 ПДК, и 3,9 ПДК и 3,7 ПДК соответственно. Для почв обследованных городов характерно превышение значений фоновых концентраций по свинцу, цинку, меди, никелю, кадмию, хромю, сульфатам и нитратам, что подтверждает факт накопления техногенных загрязняющих веществ в верхнем слое городских почв. Почвы обследованных городов имеют среднюю степень загрязнения, за исключением почв Новополоцка, имеющих низкую степень по суммарному показателю загрязнения тяжелыми металлами, нефтепродуктами, соединениями серы и азота.

#### Литература

1. Национальная система мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь: результаты наблюдений, 2016 год [Электронный ресурс]. Электрон. текстовые, граф. дан. (21 Мб), - Минск, Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды. - 2017. - 380 с.
2. Состояние природной среды Беларуси: экол. бюл. 2016 г. - Минск, 2017. - 323 с.:

## МОДЕРНИЗАЦИЯ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ АВАРИЙНОГО РАЗЛИВА НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТА НА ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Д.А. Нечаев

Научный руководитель доцент Н. В. Чухарева

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет*

На современном этапе развития трубопроводного транспорта жидких углеводородов (нефть и нефтепродукты) проблемам экологического характера уделяют все большее внимание. В настоящий момент к надежности существующих трубопроводных систем предъявляют высокие требования. Так, уже в процессе проектирования и трассирования магистральных и промысловых сооружений уделяется огромное внимание различным природным и антропогенным факторам, которые могут негативно влиять на систему в период ее непосредственной эксплуатации.

Особую опасность в этом плане представляют объекты трубопроводного транспорта, расположенные вблизи или на акваториях. К надежности подводных переходов и пролегающих вблизи водных акваторий участков нефтепроводов предъявляются высокие требования, так как даже незначительные повреждения приводят к потере герметичности и, следовательно, выходу нефтепродукта из полости трубы, что непосредственно ведет к тяжелым экологическим последствиям [1].

Как только нефть разливается по водной поверхности, она начинает растекаться, испаряться и в конечном итоге превращаться в эмульсию. С течением времени разлитая нефть, в силу своих свойств, все больше распространяется по водной поверхности, тем самым затрудняя локализацию и дальнейшее извлечение загрязняющего нефтепродукта. Поэтому, даже при относительно небольших повреждениях трубопровода, степень загрязнения нефтепродуктом может быть довольно высока, если разлив остается незамеченным в течение длительного времени [4].

При произошедшем отказе трубопроводной системы, представляющей собой разрыв или повреждение тела трубы под тем или иным воздействием, организация, ответственная за эксплуатацию данного участка, выполняет все возможные действия по предотвращению утечки нефти и нефтепродуктов таким образом, что бы потери продукта и объемы загрязнения были минимальными. При устранении отказа трубопровода в основном руководствуются теми или иными методами ликвидации аварийного разлива с применением имеющегося оборудования. Стоит отметить, что на данный момент применяют довольно большое количество тех или иных устройств ЛАРН [2].

## СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.

К существующим на данный момент недостаткам процесса ликвидации разлива нефти на водной поверхности можно отнести:

1. Использование большого количества устройств, которое значительно увеличивает время ликвидации. Большинство используемых при ликвидации устройств выполняют какую-либо одну функцию, что уменьшает их агрегативность и универсальность [3];
2. Использование устаревших методов и технологий ЛАРН;
3. Несовершенство используемых планов ликвидации аварийного разлива (ПЛА), не позволяющих проводить очистку на должном уровне (после произведения всех этапов ПЛА, возникает необходимость выполнения дополнительных работ по очистке и рекультивации загрязненного объекта).

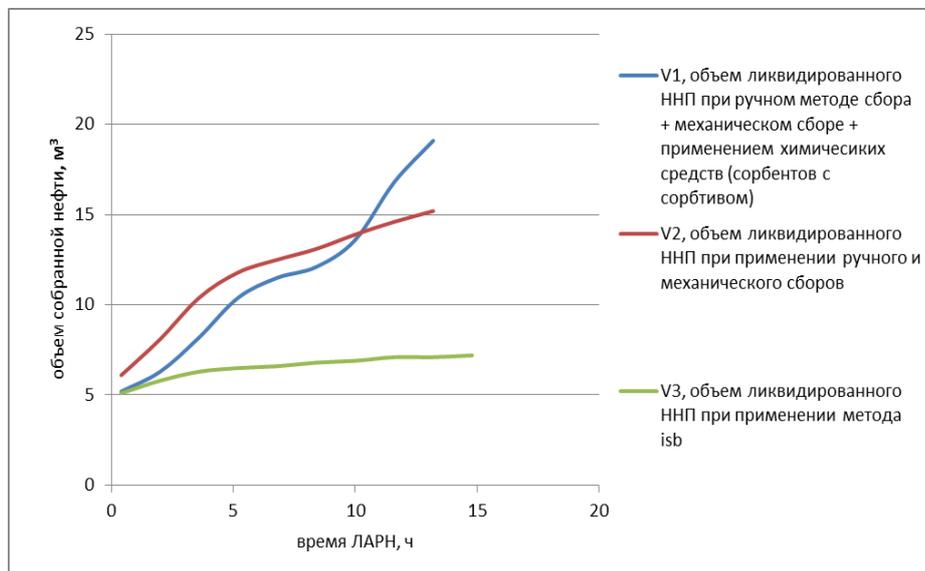
Взяв за основу вышеперечисленные факты, были произведены исследования непосредственно при отказе промышленного трубопровода Майского месторождения Томской области. В качестве исследований были рассмотрены методы ликвидации разлива (либо комбинация нескольких методов одновременно в определенной последовательности) на трех различных участках промышленного трубопровода, аварии на которых происходили в различные промежутки времени, но имели схожие характеристики. Стоит отметить, что в результате разлива были загрязнены водный объект (ручей) и небольшой участок почвы.

*Таблица*

*Характеристика разлива, используемого в качестве модели исследования*

Тип отказа трубопровода	Объем разлива, м <sup>3</sup>	Климатические условия в момент ликвидации	Рельеф местности, природные объекты	Характер разлива	Время ликвидации (ч) [6]
Авария на подземном трубопроводе, разрыв вдоль продольного шва с образованием трещины	21,3	Осень (сентябрь), температура в ночное время: -5 <sup>0</sup> С, в дневное: +15 <sup>0</sup> С	пологохолмистый, имеются водные объекты (реки, ручьи)	разлив на местности с суглинистой почвой, часть попала в реку	4

Так, по результатам исследований (рис.1), можно констатировать, что применение механического сбора с последующей очисткой химическими средствами (сорбенты, диспергенты и т.п.) позволят поднять уровень очистки.



*Рис. 1 Исследование применения нескольких методов ликвидации разлива.*

Для повышения эффективности процесса ликвидации, а также увеличения уровня экологической безопасности региона, предложена следующая модель модернизации - использование комбинации нескольких методов, как при процессе ликвидации аварии, так и при моделировании конструкций технических устройств [5].

### Литература

1. Волчков С.В., Прусенко Б.Е., Сажин Е.Б. и др. Анализ причин аварий на промышленных нефтепроводах Западной Сибири. Сборник научных трудов «Морские и арктические нефтегазовые месторождения и экология», - М, РАО Газпром, 1996

2. Крец В. Г. Машины и оборудование газонефтепроводов: учебное пособие / В.Г. Крец, А. В. Рудаченко, В.А. Шмурыгин; Томский политехнический университет. - Томск: Изд. ТПУ, 2013.- 376 с.
3. Нечаев Д. А. Оценка технических средств нейтрализации аварийных разливов нефтепродуктов // Творчество юных - шаг в успешное будущее: материалы VIII Всероссийской научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина, Томск, 23-27 Ноября 2015. - Томск: ТПУ, 2015 - С. 458.
4. Методическое руководство по оценке степени риска аварий на магистральных нефтепроводах: РД; утв. ОАО АК «Транснефть» 30.12.99, ввод. В действие с 01.01.2000. Серия 27. Выпуск 1 / Колл. авт. - 2-е изд., испр. - М.: ГУП «НТЦ «Промышленная безопасность», 2002.
5. Нечаев Д. А., Чухарева Н. В. Применение функциональной модели при конструировании универсальной установки, предназначенной для ликвидации разливов нефтепродуктов; "Безопасность-2017": XXII Всероссийская студенческая научно-практическая конференция с международным участием "«Проблемы экологической и промышленной безопасности современного мира»"; 2017 г.; С. 196-198.
6. Основные требования к разработке планов по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов: Постановление Правительства РФ от 21.08.00 № 613.

## ОСОБЕННОСТИ КАРБОНАТНЫХ КОР НА ФАСАДАХ РАЗЛИЧНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ГОРОДА ТЮМЕНИ

**А.А. Новоселов**

Научный руководитель к.г.н В.Ю. Хорошавин

*Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия*

Строительные материалы в условиях городской среды. подвергаются широкому спектру процессов физического и химического выветривания; значительные перепады температур внутри и снаружи зданий и сооружений, частое переувлажнение при затруднённом испарении, различные виды механического воздействия, реакционно активные химические соединения приводят к постепенному разрушению исходной структуры и свойств природных материалов, трансформации их вещественного состава [1-2].

Выщелачивание карбонатного материала из связующих элементов является одним из наиболее распространенных, заметных и потенциально опасных процессов, связанных с разрушением природных строительных материалов. Растворение минеральных соединений, их последующая миграция и осаждение ведет к ухудшению связующих свойств цементного камня и ослаблению всей конструкции. Важным индикатором данного процесса является переотложение карбонатного вещества на поверхности сооружений в виде выцветов и натёков на фасадах. Подобные образования на поверхности облицовочных материалов в значительной степени ухудшают эстетическую привлекательность объектов городской архитектуры и требуют проведения дорогостоящих мероприятий по их удалению [3]. Кроме того, существует прямая зависимость между интенсивностью растворения и выщелачивания карбонатного материала цементного камня и процессами разрушения облицовочных материалов таких как гранит.

В условиях крупного города процессы выветривания природных строительных материалов также могут быть интенсифицированы за счёт агрессивных химических соединений, поступающих в составе атмосферных аэрозолей, талых и дождевых вод [4]. Соответственно, изучение особенностей формирования карбонатных выцветов и кор на фасадах зданий является важной научной и практической задачей, решение которой позволит выявить уязвимость конкретных строительных материалов, установить зависимости между расположением и возрастом конкретных объектов с одной стороны и интенсивностью процессов выщелачивания с другой.

В данной работе представлены результаты изучения натечных карбонатных новообразований (выцветов и кор), формирующихся на фасадах зданий и сооружений города Тюмени. В качестве объектов исследований были выбраны шесть образцов карбонатных кор, отобранные в 2016-2017 гг. с фасадов различных объектов города: набережной р. Туры, одного из корпусов Тюменского индустриального университета, кафе «Сова», Департамента недропользования, Тюменского технопарка. Изучение образцов проводилось в прозрачных шлифах и с использованием сканирующего электронного микроскопа. Также был проведен рентгеноструктурный анализ новообразований и цементного камня. Характеристика объектов представлена в таблице. Во всех рассмотренных случаях материалом облицовки является гранит.

В результате проведенных исследований было установлено, что максимальная скорость формирования карбонатных кор наблюдается в местах с повышенной влажностью и слабой герметичностью инженерных швов. Примером интенсивного процесса выщелачивания в условиях повышенной влажности является участок, приуроченный ко второму ярусу набережной, о чем свидетельствуют результаты определения валового минерального состава цементного камня, отобранного из двух мест (недавно вскрытого при ремонте участка и участка с активно развивающимся процессом отложения карбонатного материала). В первом случае по данным РСА в составе цемента выявлялось 15,34% кальцита, а во втором - 5,9%. В тоже время, не было обнаружено прямой связи между скоростями процесса выщелачивания и переотложения карбонатов и возрастом построек, а также расположением относительно крупных транспортных узлов [5]. Также процессу переотложения карбонатов на поверхности конструкций способствует наличие горизонтальных инженерных швов, которые предоставляют насыщенному флюиду большую площадь для просачивания.

**СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.**

*Таблица*

**Характеристика и условия формирования карбонатных кор на фасадах зданий и сооружений г. Тюмени**

Расположение объекта	Характеристика карбонатных образований	Фотография объекта
Второй ярус набережной р. Туры	Новообразования представлены как корами, так и сталактитами, формирующимися в небольшом пространстве под лестницей в условиях постоянного переувлажнения. Характерно формирование массивных, толщиной до 1,5 см. карбонатных кор с ячеистой текстурой и внешней поверхностью, состоящей из большого количества глобулярных образований. Цвет таких кор как правило от светло-бежевого до ржаво-бурого. Коры прочные, сильно скреплены с поверхностью набережной.	
Верхний ярус набережной р. Туры	Расположен вблизи крупной дороги, на верхнем ярусе набережной. Карбонатные коры формируются исключительно вдоль инженерных швов; участки с заметным увеличением интенсивности процессов переотложения карбонатного материала соответствуют локальным понижениям рельефа местности.	
Здание Департамента недропользования и экологии Тюменской области	Расположен в непосредственной близости от двухполосной дороги. Представлены кипенно-белые коры инженерного шва. Коры маломощные, карбонат глубоко проникает в естественные, межзерновые трещины гранитного камня.	
Кафе «Сова»	Старое крыльцо вблизи однополосной дороги. В местах разрушения тротуара заметно, что сильно выветрелый цементный камень образует крупные полости под плиткой. Серовато-белые, светло-бежевые коры формируются по инженерным швам и механическим трещинам в гранитной плитке, новообразования слабо сцеплены с поверхностью и, по всей видимости, имеют сравнительно небольшую скорость роста.	
Здание Тюменского технопарка.	Находится на ровной поверхности пешеходной площади, представляет из себя невысокую стену, окружающую здание технопарка и прилегающую территорию. Натечные образования представлены тонкими белыми карбонатными корами, которые прочно крепятся к поверхности гранитных блоков и проникают в естественные трещины камня. Большая часть приурочена к горизонтальным инженерным швам.	
Здание Тюменского индустриального университета (Строительный институт)	Крыльцо старого здания, расположенное в непосредственной близости от четырехполосной дороги. Новообразования представлены корами кремового и белого цвета и приурочены к инженерным швам. Фасад частично разрушен, на участках отсутствия плит заметно, что карбонатный материал натечных форм выступает на поверхности цементного камня, полностью срастая с ним, а цемент разведен до арматурного скелета.	

**Литература**

1. Каздым А.А. Природные и техногенные образования кальцита - натёки и спелеотемы: генезис, морфология, микростроение // Минералогия техногенеза. - 2007. - Т. 8. - С. 269-287.
2. Alves C. "White" Crusts on Recent Buildings // Materials Science Forum. - 2010. - Vol. 636-637. - P. 1300-1305.
3. Sanjurjo Sánchez J. Assessing the weathering of granitic stones on historical urban buildings by geochemical indices / J. Sanjurjo Sánchez, C. Alves, J.R.V. Romani // Earth Sciences Research Journal. - 2016. - Vol. 20. - № 3. - PF1-F13.
4. Dow C. Calcium carbonate efflorescence on Portland cement and building materials / C. Dow, F.P. Glasser // Cement and Concrete Research. - 2003. - Vol. 33. - № 1. - P. 147-154.
5. Техногенные спелеотемы / С.С. Потапов, Н.В. Паршина, Н.Г. Максимович, В.А. Наумов // Минералогия техногенеза. - 2005. - Т. 6. - С. 12-22.

**ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ СВИНЦА В РАЗЛИЧНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ТИПАХ ПОЧВ  
(ПО ДАННЫМ ЭКСТРАКЦИОННОГО ФРАКЦИОНИРОВАНИЯ)**

**О.Р. Орлова**

Научный руководитель с.н.с., к.г.-м.н. Т.Н. Лубкова

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова», г. Москва, Россия**

Токсичные металлы, проникая в почву, вовлекаются в процессы сорбции-десорбции, окисления-восстановления, осаждения-растворения, комплексообразования и хелатирования. В результате образуются различные безминеральные формы металлов и, при высоких валовых концентрациях, их собственные минеральные фазы. Фракционный состав соединений элементов характеризует их поведение в почвах, позволяя оценить способность к миграции в сопряженные среды.

При исследовании форм нахождения токсичных металлов в почвах широкое распространение получили экстракционные методы анализа, которые могут реализовываться с использованием единичных экстрагентов или серии экстрагентов, которыми воздействуют на пробу последовательно. Методы единичных экстракций включают в себя использование стандартизованных растворов, моделирующих различные факторы природной среды. В отечественной практике, в соответствии с [3], для определения подвижных (наиболее миграционно способных) форм большинства токсичных металлов используют ацетатно-аммонийный буферный раствор с pH 4,8. Последовательные селективные экстракции являются основным инструментом для изучения фракционного состава соединений токсичных металлов в почвах. Основным принципом фракционирования является последовательное выделение форм металлов от наиболее слабо связанных к прочно связанным с компонентами матрицы почв. Существующие схемы фракционирования различаются составом экстрагирующих растворов и последовательностью их воздействия на почву. Широкое распространение получила схема Tessier et al. [5], на основе которой разработана стандартизованная в странах Евросоюза методика BCR [6]. При проведении почвенных исследований часто используется метод McLaren, Crawford [4]; за счет использования более мягких экстрагирующих растворов этот метод может считаться более селективным [1].

Целью настоящей работы являлась оценка особенностей фракционного состава соединений свинца в различных генетических типах почв в условиях повышенной техногенной нагрузки. Фракционирование проводилось для стандартных образцов (СО) состава дерново-подзолистой почвы (СДПС-2, СДПС-3), красноземной почвы (СКР-2, СКР-3); серозема карбонатного (ССК-2, ССК-3) и чернозема типичного (СЧТ-2, СЧТ-3). Макрокомпонентный состав СО почв представлен в табл. 1.

Определение фракционного состава соединений свинца проводилось с использованием единичных и последовательных селективных экстракций. Содержание подвижных форм свинца определяли по стандартизованному в РФ методу экстрагированием ацетатно-аммонийным буферным раствором на основе 1,8 М  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , pH=4,8 (ААБ-тест, [3]). Фракционный состав соединений свинца оценивали методом селективных экстракций в соответствии [5]. Последовательно выделяли следующие фракции: обменную (экстрагент - 1М  $\text{MgCl}_2$ ), специфически сорбированную (1М  $\text{CH}_3\text{COONa}$ , pH 5), сорбированную на оксидах и гидроксидах Fe и Mn (0,04М  $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$  в 25%  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), связанную с органическим веществом (30%  $\text{H}_2\text{O}_2$  + 0,02М  $\text{HNO}_3$ , затем 15%  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ). Анализ содержания свинца в экстрактах проводили методом ИСП-МС (масс-спектрометр высокого разрешения ELEMENT2, Thermo Finnigan). Остаточная форма не фракционировалась, ее содержание оценивали по разнице вала и суммы извлеченных форм.

Таблица 1

*Химический состав ГСО почв серий СДПС, СКР, ССК, СЧТ, масс. % [2]*

Компонент	СДПС, дерново-подзолистая	СКР, краснозем	ССК, серозем карбонатный	СЧТ, чернозем типичный
SiO <sub>2</sub>	91,52±0,23	59,18±0,30	52,65±0,17	71,49±0,27
TiO <sub>2</sub>	0,29±0,01	1,56±0,04	0,64±0,02	0,71±0,03
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,37±0,11	17,01±0,26	11,48±0,14	8,81±0,14
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,99±0,05	7,86±0,08	4,60±0,05	3,48±0,06
MnO	0,011±0,001	0,051±0,002	0,089±0,003	0,079±0,002
CaO	0,27±0,03	0,17±0,04	11,47±0,10	1,60±0,05
MgO	0,13±0,05	0,92±0,05	2,99±0,09	0,95±0,03
Na <sub>2</sub> O	0,51±0,03	0,15±0,03	1,64±0,05	0,91±0,02
K <sub>2</sub> O	1,23±0,03	0,98±0,03	2,09±0,04	2,42±0,04
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,036±0,006	0,10±0,01	0,17±0,01	0,18±0,02
S <sub>общ</sub>	-	0,04±0,01	0,04±0,01	0,05±0,01

В результате выполненных исследований были определены формы нахождения свинца и выявлены особенности фракционного состава его соединений в зависимости от генетического типа почвы (табл. 2).

Для всех изученных почв характерно достаточно высокое содержание остаточной фракции (30-50% от вала). Среди форм соединений, способных к миграции (подвижных - обменных и специфически сорбированных,

**СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.**

условно подвижных - связанных с гидроксидами Fe и Mn и органическим веществом) в сероземе карбонатом (ССК-2, ССК-3) преобладающими формами нахождения свинца являются специфически сорбированные и связанные с гидроксидами Fe и Mn (ферри-формы). Значительная доля специфически сорбированных форм (25-34% от вала) обусловлена высоким содержанием карбоната кальция в данной почве. При увеличении нагрузки металла часть прочного связанного в силикатных минералах Pb переходит в менее прочно связанные ферри-формы и специфически сорбированные. Доля обменных и форм, связанных с органическим веществом, незначительна. Для черноземов (СЧТ-2, СЧТ-3), кроме ферри-форм, характерно связывание свинца с органическим веществом (21-24% от вала), что обусловлено высоким содержанием органического вещества в почве. При увеличении содержания свинца наблюдается небольшое увеличение доли специфически сорбированных и обменных форм. В красноземах (СКР-2, СКР-3) преобладающими фракциями, кроме остаточной, являются связанная с оксидами и гидроксидами Fe и Mn и обменная. При увеличении содержания свинца не наблюдается его перераспределения между почвенными компонентами. Дерново-подзолистая почва (СДПС-2, СДПС-3) характеризуется наиболее равномерным распределением свинца между компонентами почв. Низкая доля форм, связанных с органическим веществом, обусловлена небольшим содержанием последнего в данном типе почв. Доля обменных и специфически сорбированных форм составляет 41-48% от вала, что характеризует наибольшую потенциальную возможность миграции свинца среди всех типов почв.

**Таблица 2**

**Фракционный состав соединений свинца в СО почв серий СДПС, СКР, ССК, СЧТ**

№ пробы	Вал, мг/кг [2]	Содержание форм, % от вала					ААБ- тест, %
		Обменные	Специфически сорбированные	Ферри-формы	Связанные с С <sub>орг</sub>	Остаточная фракция	
ССК-2	100±10	<1	25	20	3	52	39
ССК-3	280±10	<1	34	28	2	36	45
СЧТ-2	90±10	<1	6	21	24	49	15
СЧТ-3	260±20	1	10	18	21	50	21
СКР-2	150±30	17	11	24	7	41	26
СКР-3	280±60	18	10	23	7	42	27
СДПС-2	87±5	22	26	21	3	28	52
СДПС-3	250±20	16	25	25	3	31	38

Данные экстрагирования раствором ААБ в целом согласуются с данными фракционного состава соединений свинца. Наименьшая доля подвижного свинца (15-20% от вала) устанавливается для черноземных почв, а наибольшая - для дерново-подзолистых почв и серозема карбонатного (40-50%). Для образцов СКР и СДПС содержание свинца в экстракте ААБ близко к суммарной доле обменных и специфически сорбированных форм. Для почв ССК и СЧТ содержание свинца в экстрактах ААБ превышает содержание специфически сорбированных форм. ААБ обладает большой экстрагирующей способностью и может частично растворять не силикатные минералы железа, что ведет к завышению оценки подвижности свинца.

Таким образом, анализ фракционного состава соединений свинца в почвах различных генетических типов с повышенным валовым содержанием металла показывает, что свинец достаточно прочно связывается с оксидами и гидроксидами Fe и Mn, органическим веществом (характерно для чернозема) и силикатными минералами матрицы. Однако, доля обменных и специфически сорбированных форм, наиболее способных к миграции в сопряженные среды может быть достаточно высокой (25-35% - в сероземах карбонатных и красноземах, 40-50% - в дерново-подзолистых почвах), при этом ее суммарные оценки по результатам ААБ-теста могут быть завышены за счет перевода в раствор прочносвязанных форм металла.

#### Литература

1. Ладонин Д.В., Карлухин М.М. Фракционный состав соединений никеля, меди, цинка и свинца в почвах, загрязненных оксидами и растворимыми солями металлов // Почвоведение, 2011. - № 8. - С.953-965.
2. Лончих С.В., Петров Л.Л. Стандартные образцы состава природных сред. - Новосибирск: Наука, 1988. - 277 с.
3. РД 52.18.289-90. Методика выполнения измерений массовой доли подвижных форм металлов (меди, свинца, цинка, никеля, кадмия, кобальта, хрома, марганца) в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом.
4. McLaren R.G., Crawford D.W. Studies on soil copper, I. The fractionation of copper in soils // J. Soil Sci., 1973. - V. 24. - P. 172-181.
5. Tessier A, Campbell PGC, Bisson M. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals // Anal. Chem., 1979. - V. 51. - P. 844-851.
6. Ure A.M., Quevauviller Ph., Muntau H., Griepink B. Speciation of Heavy Metals in Soils and Sediments. An account of the improvement and harmonization of extraction techniques undertaken under the auspices of the BCR of the commission of the european communities // Int. J. Environ. Anal. Chem., 1993. - V. 51. - P. 135-151.

**РОЛЬ ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ КОЛЛЕКЦИЙ В  
ГЕОЛОГИЧЕСКОМ МУЗЕЕ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА  
ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ГЕОЛОГОВ И ЭКОЛОГОВ В КЛАССИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**Р.Ю. Парыгина**

Научный руководитель доцент Е.Е. Барабашева  
*Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия*

Довольно сложно оценить роль геологических и минералогических музеев в процессе подготовки специалистов геологического профиля. Именно после посещения таких музеев среди школьников укрепляется интерес к геологии, рождается любовь к родному краю. Зачастую интерес перерастает в профессию. На занятиях, проводимых в музеях, можно порой не только увидеть, но и прикоснуться к собраниям минералов из разных уголков нашей страны и мира.

В настоящее время подготовка геологов в России ведется в 16 техникумах и в 34 вузах страны, среди которых 20 классических университетов, 14 технических университетов, академий и институтов.

Существует большое количество мнений по вопросам подготовки геологов и геоэкологов. Но в основе всего лежит концепция геоэкологического образования не только студентов, но и школьников.

Концепция геологического и экологического образования в России разработана на основе предложений Всероссийской конференции «Проблемы геологического образования в России», состоявшейся 20 марта 1996 г., в соответствии с поручением Правительства Российской Федерации от 12.06.96 № ВК-П8-21206 и приказом Министерства общего и профессионального образования РФ от 10.11.96 г. № 303 «О создании концепции геологического образования в России». В процессе обсуждения и доработки проекта концепции приняли участие практически все государственные университеты и вузы, осуществляющие подготовку геологов, геологические техникумы, представители РАН, отраслевых геологических институтов, средней школы, дополнительного профессионального геологического образования.

Геолого-минералогический музей ЗабГУ был создан при содействии первого ректора Читинского политехнического института Ю.В. Кулагина. Его официальное открытие состоялось 25 ноября 1975 года [1].

В настоящее время основной фонд музея насчитывает около 19000 образцов минералов, руд, пород и органических остатков, а совместно с обменным и дуплетным фондами - порядка 30 тыс. образцов. По количеству и разнообразию минералогических коллекций Геологический музей вошел в перечень минералогических музеев мира по специализации «систематика минералов, типы полезных ископаемых и региональная минералогия».

Первоначально в состав музея входили два зала - минералогии и полезных ископаемых. В 1993 году при содействии академика Б.И. Соколова, был открыт зал палеонтологии, а в 2004 году - зал Геологической кунсткамеры Забайкалья с отделом тафономии.

В зале минералогии представлены естественные кристаллы, их сростки (друзы), секрции, жеоды, конкреции, псевдоморфозы, дендриты, искусственные синтетические образования, а также художественные изделия цветного камня. Экспозиции зала дают представление о физико-химических свойствах и разнообразии минералогической кладовой планеты. В систематическом порядке, согласно принятым классификациям минералов, выставлены экспонаты, начиная от самородных форм до сложнейших силикатов. В экспозициях присутствуют минералы месторождений не только Забайкалья, но и других регионов России и зарубежных стран. Впечатляют провололочные и пластинчатые агрегаты самородного серебра, уникальные кристаллы полихромного турмалина Завитинского месторождения и малинового турмалина Малханского месторождения, друзы горного хрусталя месторождений Якутии, зернистый агрегат сильвина из Верхнекамского месторождения Урала, топазы из Вольинского месторождения Украины, радиально-лучистые агрегаты антимонита из месторождения Син-Хуа Китая, сталактит мраморного оникса из Карлюкской пещеры Туркмении, «гипсовая роза» пустыни Сахара, «ласточки хвосты» пустыни Гоби, казахстанские натечные «головы» гематита, иголки бетехтенита Джезказганского месторождения меди, сростки малинового тугтупита из Гренландии, красной киновари из Испании, пейзажные яшмы Урала, гигантские штуфы чаройта месторождения Сиреневый Камень, зеленые, белые и голубые нефриты Иркутской области. Поражают многообразием расцветок и форм флюориты, многочисленные кристаллы кальцита - от папиришпата до сложных скаленоидров полиметаллических месторождений Южного Приаргуны.

В зале полезных ископаемых можно познакомиться с различными рудами, узнать их образование и практическое применение. Широко представлены руды Удоканского, Чинейского, Первомайского, Орловского, Кличкинского, Калангуйского, Абагайтуйского и многих других месторождений Забайкальского края, а также месторождений России, Украины, Памира, Казахстана, Туркмении, Монголии, Гвинеи. В 2007 году экспозиции зала пополнились уникальной коллекцией кимберлитов - вмещающих пород алмазных трубок Якутии.

Ко времени основания зала палеонтологии музей обладал многочисленными фондами, включающими уникальные палеонтологические находки не только забайкальских разрезов, но и различных экзотических месторождений России и мира. Ежегодное пополнение коллекций новыми экспонатами позволили создать единственную в Забайкальском крае экспозицию, отражающую естественную историю развития органического мира Забайкалья от архея до четвертичного времени.

В середине зала расположены центральные витрины с экспонатами современных и ископаемых организмов, отражающих развитие органического мира от первых простейших одноклеточных организмов до млекопитающих, от примитивных построек цианобактерий до голосеменных, покрытосеменных и цветковых. Сравнение современных и ископаемых остатков помогает гиду наглядно представить информацию, а посетителю осознать уникальность ископаемой биоты, исчезнувшей миллиарды и миллионы лет назад.

Экспозиции зала кунсткамеры являются наиболее молодыми. Они были открыты в 2005 году к 30-летию Геологического музея ЗабГУ. Зал знакомит с необычными редкостными экспонатами, а также уникальными

захоронениями ископаемой фауны и флоры Забайкалья. Здесь экспонируются необычные по морфологии минералы, их труднообъяснимые сростки, редчайшие захоронения следов жизнедеятельности на знаках ряби, уникальные оплывины, струйчатость и другие следы течения, оригинальные по форме конкреции с остатками органических остатков и костей динозавров в ядрах и септарии из отложении Новопавловского угольного разреза, секретиции эффузивов Цокто-Хангила и сростки кварца из Кварцевой Горки у поселка Дульдурга.

Отдел тафономии представлен уникальными по сохранности захоронениями щитней, тургинских рыб, а также массовыми костными остатками обитателей плиоцен - плейстоценового озера Ножий - ископаемой монгольской жабы, рыб, птиц и млекопитающих. Гордостью музея является смонтированный скелет шерстистого носорога, свидетеля сартанского оледенения в Забайкалье.

Сотрудниками музея пропагандируется новое направление в геологии - экологическая геология, изучающая экологические функции литосферы, закономерности их формирования и изменения в связи с жизнью и деятельностью биоты. Основными посетителями музея являются студенты геологи и геоэкологи.

С момента образования музея его сотрудники через сбор, хранение и экспонирование палеонтологических и минералогических коллекций решают следующие задачи подготовки студентов геологов и экологов:

1. Образовательная. Через палеонтологические и минералогические экспозиции и выставки происходит изучение студентами и посетителями истории развития жизни на Земле.

2. Воспитательная и культурная. Коллекции по местонахождениям уникальных и редких ископаемых представляют их как геологические памятники природы, которые нуждаются в охране.

3. Популяризация знаний. Научная теория эволюции жизни, представленная в экспозициях понятно и доходчиво, будет привлекательна и интересна людям, не имеющим специального палеонтологического и минералогического образования.

4. Развлекательная. Красочные картины из жизни доисторических животных с демонстрацией объемных моделей, скелетов, минералов и пород различного генезиса и строения не могут оставить равнодушными любого посетителя, а тем более ребёнка.

5. Научная. Научное значение музейные коллекции имеют, прежде всего, для студентов горного факультета, археологов и профессионалов-палеонтологов.

6. Представление геологии региона. Коллекции палеонтологических и минералогических находок отражают историю развития локальных частей и региона в целом, позволяют проиллюстрировать разнообразные обстановки древних эпох.

7. Историко-краеведческая. Присутствие в коллекции образцов собранных на территории региона разными исследователями в разные годы позволяет проследить исторический путь как одной конкретной личности, так и географические и исторические пути организаций, геологических поисков и съемки в целом.

8. Сбор и хранение редких находок. Образцы редких ископаемых хорошей сохранности и эстетического вида ценны для музеев и частных собраний как объекты коллекционирования. Естественное и техногенное разрушение местонахождений редких и уникальных палеонтологических объектов еще больше увеличивает их ценность.

За время существования Геологического музея разработан ряд тематических буклетов и путеводителей как по экспозициям залов, так и по обзорным экскурсиям и тематическим многодневным маршрутам на природные объекты.

Главными проблемами практически всех музеев являются сложность систематического пополнения фондов музея, отсутствие достаточных площадей как для экспозиций, так и для хранения вспомогательного и обменного фондов с соответствующими условиями, малочисленность персонала при огромной трудоемкости обработки музейных коллекций, изыскание дополнительных финансовых средств и транспорта для организации выездов на отдельные месторождения края, не говоря уже о других регионах, низкая оплата труда и, как следствие, подбор кадров необходимой квалификации. Но, несмотря на все трудности, возникающие в музейной работе, и обозначенные проблемы, деятельность сотрудников музея направлена на улучшение научно-исследовательской, фондовой, культурно-образовательной работы, на расширение сотрудничества с музеями не только города Читы и края, но и России в целом.

#### Литература

1. Барабашева Е.Е., Стремецкая Е.О. Геолого-минералогический музей Читинского государственного университета // Горный журнал. - М., 2010. - №5. - С. 11-13

### **АНАЛИЗ ЛАНДШАФТНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЛЕСОВ БЕЛОРУССИИ С ПОМОЩЬЮ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ**

**И. Н. Пахунова**

Научный руководитель старший преподаватель А. С. Соколов  
**Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, г. Гомель, Белоруссия**

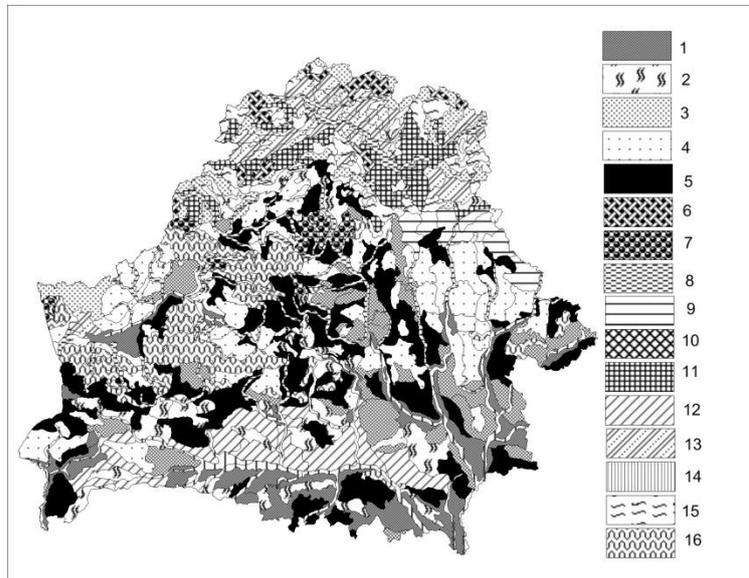
Ландшафтный подход - совокупность приемов в географических и экологических исследованиях, в основу которых положено представление о дифференцированности географической оболочки на систему природных территориальных комплексов разного ранга, обладающих генетическим единством и связанных совокупностью латеральных процессов. Связь особенностей ландшафта с характеристиками лесов отражена в учебной и научной литературе [1-2 и др.].

Целью исследования было изучить распространение лесов Беларуси в разрезе ландшафтов, выявить роды, подроды и виды ландшафтов, природные свойства которых обусловили их повышенную или пониженную относительно среднего значения лесистость. Актуальность работы заключается в том, что выявление ландшафтных закономерностей распространения лесов позволит организовать более полную и эффективную охрану всего разнообразия лесов Беларуси: объектом охраны должны являться не только леса сами по себе, но и вмещающие их ландшафты, определяющие их тип, свойства и характерные особенности. Только взяв под охрану необходимую удельную площадь всех разновидностей ландшафтов (особенно тех, которые претерпели наиболее интенсивное антропогенное воздействие, и в пределах которых сохранилось минимальное количество лесов), можно говорить об эффективности мер по охране разнообразия лесных сообществ.

В целом леса занимают 38,9 % площади страны (на 2017 год). За 2001-2017 годы этот показатель увеличился на 2,0 %. По породному составу лесов преобладают хвойные (60,2 %) и мягколиственные (33,6 %) древесные виды, в том числе: сосна - 50,4 %, ель - 9,4 %, дуб - 3,5 %, береза - 23,1 %, осина - 2,1 %, ольха черная - 8,6 %, прочие породы - 2,9 %.

Источниками данных для проведения исследования стала ландшафтная карта Беларуси и векторный слой лесов из проекта OpenStreetMap. Лесистость рассчитана с помощью оверлейных операций в ГИС MapInfo. В площадь ландшафтов не включались территории водоёмов.

Из родов максимальной лесистостью (рисунки 1, 2) выделяются роды аллювиально-террасированных, вторичных водно-ледниковых, озёрно-аллювиальных, камово-моренно-эрозионных ландшафтов. Наиболее низким значением лесистости характеризуются лёссовые, а также вторично-моренные и холмисто-моренно-эрозионные ландшафты. Лесистость водно-ледниковых ландшафтов с озёрами превышает в 5,4 раза лесистость лёссовых ландшафтов.



1 - аллювиально-террасированные; 2 - болотные; 3 - водно-ледниковые с озёрами; 4 - вторично-моренные; 5 - вторичные водно-ледниковые; 6 - камово-моренно-озёрные; 7 - камово-моренно-эрозионные; 8 - ландшафты речных долин; 9 - лёссовые; 10 - моренно-зандровые; 11 - моренно-озёрные; 12 - озёрно-аллювиальные; 13 - озёрно-ледниковые; 14 - пойменные; 15 - холмисто-моренно-озёрные; 16 - холмисто-моренно-эрозионные

Рис. 1 Роды ландшафтов Белоруссии

Территория Белоруссии относится к типу умеренно-континентальных лесных ландшафтов. При этом выделяется два подтипа - бореальные смешанно-лесные (подтаёжные), занимающие северную и центральную часть, и суббореальные широколиственно-лесные (полесские) - южную.

Подроды ландшафтов в пределах одного рода могут характеризоваться кардинальными отличиями в показателе лесистости. Например, в пределах вторично-моренных ландшафтов лесистость подрода с покровом лёссовидных суглинков и с покровом водно-ледниковых суглинков почти в 2 раза ниже лесистости подрода с покровом водно-ледниковых супесей. В пределах озёрно-ледниковых ландшафтов лесистость ландшафтов, относящихся к подроду с поверхностным залеганием озерно-ледниковых песков и супесей, на 11,7 % превышает лесистость ландшафтов, относящихся к подроду с поверхностным залеганием озерно-ледниковых суглинков и глин. В пределах холмисто-моренно-эрозионных ландшафтов лесистость подрода с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей на 14,7 % превышает лесистость подрода с покровом лёссовидных суглинков и на 13,2 % лесистость подрода с покровом водно-ледниковых суглинков. Аналогичные закономерности проявляются и в других родах.

В целом, из подродов максимальная лесистость у подродов с поверхностным залеганием водно-ледниковых песков, с поверхностным залеганием торфа и песком, с поверхностным залеганием озерно-ледниковых песков и супесей, минимальная - у подродов с покровом лёссовидных суглинков, с покровом

водно-ледниковых суглинков. Средняя лесистость подрода ландшафтов с наибольшей лесистостью в 4 раза превышает аналогичный показатель для подрода ландшафта с наименьшей лесистостью. Связь между характером мезорельефа и лесистостью проявляется в повышении данного показателя с увеличением степени расчленённости рельефа. Это отчётливо заметно по данным о лесистости видов ландшафтов. Она максимальна для вида плоских ландшафтов (45,9 %), меньше у плосковолнистых, плоскогрядистых и т.д. (40,8 %), Лесистость волнистых ландшафтов 38,7 %, холмисто-волнистых, волнисто-ложбинных, волнисто увалистых и т.п. 24,9 % и т.д. Минимальной лесистостью характеризуются крупнохолмистых (19,2 %) и платообразные (18,0) ландшафты.

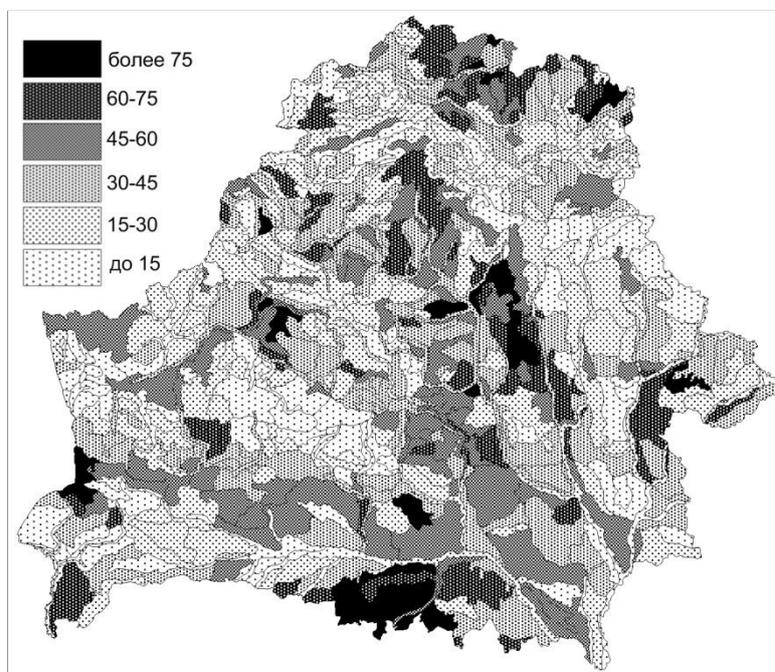


Рис. 2 Лесистость ландшафтов Белоруссии, %

Результаты исследований могут быть использованы для планирования и оптимизации природопользования и охраны природы, совершенствовании сети ООПТ.

#### Литература

1. Киреев Д.М. Лесное ландшафтоведение. - СПб.: ЛТА, 2002. - 239 с.
2. Лебедев П. А. Применение ландшафтного метода при экологической оценке лесных земель (на примере ледниковых и озерно-ледниковых равнин Северо-Запада Европейской части России): автореферат дис. ... к. с.-х. н. - Санкт-Петербург, 2006. - 19 с.

### ПИХТОВЫЕ НАСАЖДЕНИЯ В ПАРКАХ Г. ТОМСКА

**В.В. Певчев**

Научный руководитель доцент Н.М. Семёнова  
**Томский Государственный университет, Томск, Россия**

Темнохвойные леса в окрестностях Томска сильно нарушены в результате хозяйственного воздействия, что издавна обусловило необходимость их специальной охраны путем создания особо охраняемых природных территорий [5]. Немногочисленные экземпляры пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.) в плотно застроенной части Томска, как правило, входят в состав особо охраняемых территорий муниципального назначения.

В г. Томске пихта является одной из лесообразующих пород (наряду с берёзой повислой, осинной, сосной обыкновенной и елью сибирской) и занимает площадь 508 га [2]. В результате хозяйственной деятельности человека, на месте первичных хвойных и густых осиново-берёзовых лесов возникли парковые лесонасаждения, включающие и экземпляры пихты сибирской.

Настоящая работа посвящена изучению состояния пихтовых древостоев в зелёных насаждениях - парках и бульварах города Томска на территории Кировского и Советского районов по методике С.А.Кривец [3]. Всего было исследовано 4 парка (Лагерный сад, Ботнический сад, Университетская роща, проспект Кирова), в составе которых находилось от 10 до 36 пихт (рис. 1). Работы проводились осенью 2016 г.

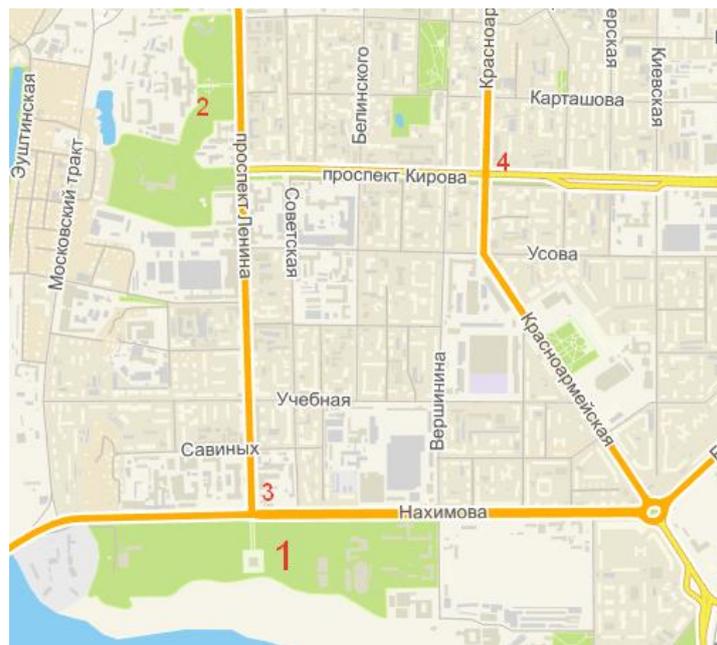


Рис. 1 Изученные площадки г. Томска

В городе Томске было изучено 4 участка (в составе которых находилось от 39 до 10 пихт) в Кировском и Советском районах:

- Лагерный сад (обследована большая часть пихт) (36 экз.),
- Университетская роща ТГУ (17 экз.),
- Городской сад (10 экз.),
- Бульвар проспект Кирова (10 экз.),
- Итого: 73 экземпляра пихт.

Исследования в г. Томске для определения масштабов угрозы от нападения уссурийского полиграфа проводились в 2011 - 2012 гг. С.А.Кривец, А.С. Мизеевой и К.Г. Титовой [4]. По сравнению с результатами предыдущего мониторинга ситуация ухудшилась; несколько деревьев в Лагерном саду, в Ботаническом саду и на проспекте Кирова были срублены, что улучшило ситуацию.

Таблица 1

Характеристика площадок

№ п/п	Наименование площадки	Кол-во осмотренных деревьев	Min диаметр, см	Средний диаметр, см	Max диаметр, см
1	Лагерный сад	36	7,6	28,5	49
2	Университетская роща ТГУ	17	18	35,9	53,8
3	Городской сад	10	7,3	22	36,6
4	Бульвар по проспекту Кирова	10	20,4	29,6	38,8

Таблица 2

Характеристика видового состава древостоя площадок

№ п/п	Наименование площадки	Сомкнутость	Формула древостоя	Виды кустарников	Травостой
1	Лагерный сад	0,4	2Е+2Т+2Б+2С+1К+1П	Рябина, калина, черёмуха	Низкотравье: злаки, лютики, подорожники, клевер
2	Университетская роща ТГУ	0,4	5Л+4П+1Б+Е	Рябина, черёмуха	Угнетённое низкотравье: злаки, одуванчик, клевер
3	Городской сад	0,2-0,3	4Б+3П+3Т+Е	Рябина, боярышник	Низкотравье: злаки, одуванчик, подорожники
4	Бульвар по проспекту Кирова	0,1	9Е+1П	Рябина, спирея	Угнетённое низкотравье: злаки, одуванчик

Одна пихта в Лагерном саду обхватом ствола 142 см, помимо полиграфа, повреждена, в основном, усачом *Monochamus uralensis* и её состояние соответствует IV-ой категории.

Одна из молодых пихт на Университетской роше ТГУ является сухостоем, диаметром 11,5 см (без коры). В прикорневой части ствола находятся немногочисленные ходы полиграфа пушистого (*Polygraphus polygraphus*).

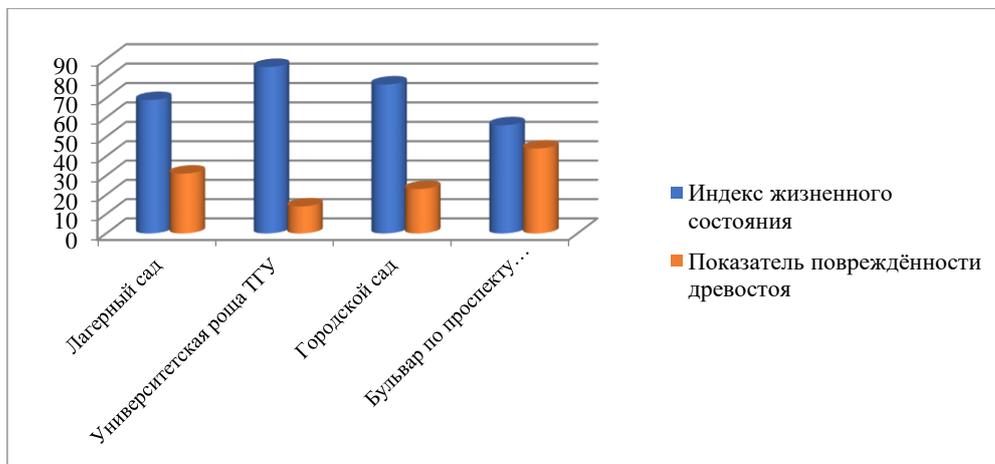


Рис. 2 Индекс жизненного состояния и показатель поврежденности древостоя на площадках г. Томска [1]

Уборка сухостоя поспособствовала улучшению ситуации в этих лесонасаждениях. Однако, ситуация за пять лет заметно ухудшилась в Лагерном саду и на проспекте Кирова. На прочих участках также увеличилось число засмоленных поврежденных стволов.

Среди трофических связей полиграфа уссурийского преобладают деревья среднего возраста, с длиной окружности ствола 50 - 90 см. Поэтому среди отпада чаще всего оказываются пихты среднего возраста.

Напротив, к первой категории отнесены либо молодые деревья со средней длиной окружности ствола 20 - 40 см, имеющие мощный иммунитет к атакам полиграфа; либо мощный старый древостой с 120 - 140 см по этому показателю.

Поскольку посадки пихты сибирской на территории города немногочисленны, каждое дерево представляет собой ценный экземпляр, усыхание которого сказывается на жизненном и декоративном состоянии насаждений в целом. В связи с этим необходимо вести постоянный мониторинг за данной породой, вырубать и утилизировать заселенные деревья с целью ограничения численности уссурийского полиграфа на территории города [4].

#### Литература

1. Алескеев, В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев / В.А. Алескеев // Лесоведение. - 1989. - № 4. - С. 54-57.
2. Данченко А.М., Данченко М.А. и др. Современное состояние городских лесов и их использование (на примере г. Томска) // Вестник Томского Государственного университета, Томск, №4, 2010. - С. 90 - 104.
3. Кривец С.А., Бисирова Э.М. Оценка жизненного состояния пихты сибирской в очагах массового размножения уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blanchard (Coleoptera: Scolytidae) // Материалы Всероссийской конференции с международным участием. - Красноярск, 2012. - С. 60-64.
4. Мизеева А.С., Кривец С.А. и др. Влияние уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blanchard (Coleoptera, Scolytidae) на состояние насаждений пихты сибирской в городе Томске // Экологические и экономические последствия инвазий дендрофильных насекомых - Красноярск, 2012. - С. 65 - 68.
5. Семенова, Н.М. Формирование региональной системы охраняемых природных территорий в Западной Сибири Автореф. дис... к.г.н. / Н.М. Семенова. - Томск, 1998. - 23 с.

### ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЧВ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ РАЙОНОВ КУЗБАССА

Полякова Ю.А.

Научный руководитель доцент Н.А. Осипова

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Почва как депонирующая среда выступает своеобразным геохимическим планшетом, аккумулируя все загрязняющие вещества, поступающие в атмосферный воздух вместе с выбросами промышленных предприятий. Для территорий Кузбасса следует выделить, как важную составляющую загрязнения всех природных сред - выбросы при добыче и переработке угля [3].

По данным Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Кемеровской области и Федеральной службы по надзору в сфере природопользования [2], общий объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в 2016 году составил 1577,3 тыс. т, в том числе 1349,5 тыс. т - от стационарных источников (85,6 %) и 227,8 тыс. т - от передвижных (автомобильного и железнодорожного транспорта (14,4 %).

В городе Междуреченске общая масса загрязняющих веществ, выброшенных в атмосферу, составила 120,4 тыс.т. В результате чего доля загрязняющих веществ, выброшенных в атмосферу от стационарных источников для города Междуреченска, составила около 9% от выбросов в целом по Кемеровской области.

Быстрое развитие угольной промышленности в Кемеровской области, интенсивное использование природного сырья приводит к нарушению и загрязнению почвенного покрова [5].

Город Междуреченск расположен в центральной части Томусинского каменноугольного месторождения в месте слияния рек Томь и Уса в зоне их выхода из гор Кузнецкого Алатау в Кузнецкую низкогорно-холмистую котловину. Изучению влияния угольных предприятий на здоровье населения, экологическим проблемам Междуреченска посвящено множество исследований [3,5,7].

Угольные предприятия располагаются на правом и левом берегах р. Уса и р. Томь в 5-20 км от черты города. Здесь расположены шахты и угольные разрезы, которые находятся в непосредственной близости от городской черты. На угольных разрезах круглосуточно ведутся выемочно-погрузочные и буровые работы, а также 1 раз в неделю производятся массовые взрывы горных пород. При преобладании юго-западных ветров большая доля загрязняющих веществ достигает города. Имеется 4 угольных разреза с ежегодной добычей свыше 56 тыс. т. топлива.

Целью исследования является определение содержания элементов и геохимических особенностей почв г. Междуреченска. В ходе исследований были отобраны пробы почв на территории города Междуреченска. Опробование проводилось на территориях с максимальным и минимальным уровнем загрязнения почв, согласно ранее проводимым исследованиям на данной территории [4]. Всего на территории города отобрано 30 проб почвы.

Пробы отбирались методом конверта. Пробная площадка составляла 5 точечных проб, которая находилась на расстоянии 2\*2 м. Эти точечные пробы объединялись в одну пробу. Отобранные образцы упаковывались в мешочки или в плотную оберточную бумагу и завязывались шпагатом.

Подготовка проб почвы к анализам слагалась из нескольких последовательно протекающих этапов: предварительное подсушивание почвы, удаление посторонних включений. Затем почву растирали и просеивали через сито с диаметром отверстий - 2,5 мм и 1 мм, взвешивали и подготавливали к анализу [6]. Содержание элементов определяли методом инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) в аккредитованной ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии. Статистическую обработку данных проводили с помощью описательной статистики в программе Microsoft Excel 2016. По результатам статистических данных, выделяется превышение среднего содержания брома в восточном районе в 2 раза по сравнению с территорией города в целом.

Коэффициенты концентрации химических элементов в почвах рассчитывали относительно кларка элемента в верхней части континентальной коры по Григорьеву по формуле:

$$K_k = C/K,$$

где C - содержание химического элемента, мг/кг (%),

K - кларк элемента в верхней части континентальной коры, мг/кг (%) [1].

Рассчитанные значения приведены на диаграмме (рис.1). Сравнение коэффициентов концентрации относительно кларков элементов в земной коре показало, что почва обогащается элементами в Восточном районе в большей степени по сравнению с Западным районом и с территорией г. Междуреченска в целом. Диапазон изменения коэффициента концентраций элементов в почвах Восточного района относительно кларка в верхней части континентальной коры 1,02-8,31 мг/кг. Элементы образуют следующий ряд по возрастанию коэффициента концентраций относительно кларка в верхней части континентальной коры для восточного района города: Ва (1,02) < Со (1,04) < Yb (1,11) < Hf (1,21) < Cr (1,34) < U (1,66) < Zn (1,76) < Sb (8,31).

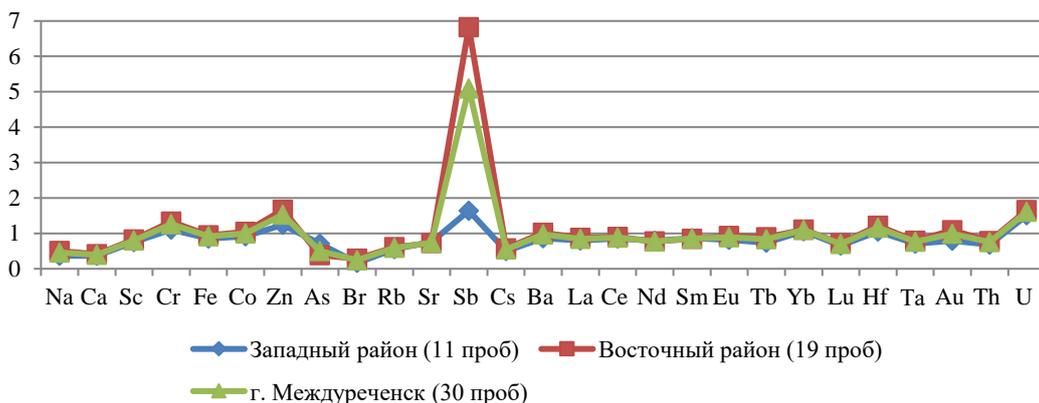


Рис. 1 Коэффициенты концентрации химических элементов в почве на территории г. Междуреченска относительно кларка в верхней части континентальной коры (по Григорьеву, 2009)

Содержание сурьмы в почвах Восточного района г. Междуреченска изменяется от 0,4 до 43,2 мг/кг, при среднем значении - 5,53 мг/кг, что значительно выше геохимического кларка сурьмы в земной коре по Н.А. Григорьеву - 0,81 мг/кг (2009 г.) [1]. Содержание цинка в почвах изменяется от 61,32 до 432,3 мг/кг, при среднем значении - 125 мг/кг, что значительно выше геохимического кларка в земной коре по Н.А. Григорьеву - 75 мг/кг. Содержание хрома в почвах изменяется от 91,87 до 193,6 мг/кг, при среднем значении - 122,9 мг/кг, что превышает

значение кларка в земной коре (92 мг/кг). Наибольшее содержание сурьмы среди всех исследуемых проб (43,2 мг/кг), цинка (432,3 мг/кг) и хрома (193,6 мг/кг) наблюдается в Восточной части района, где раньше находился городской автовокзал [7].

Содержание урана в почвах Восточного района г. Междуреченска изменяется от 2,76 до 5,24 мг/кг, при среднем содержании 4,14 мг/кг, что в 1,1-2,1 раз больше кларка урана в верхней части континентальной коры. Содержание бария в почвах изменяется от 385,4 до 812,8 мг/кг, при среднем значении - 520,6 мг/кг, что больше значения кларка бария в земной коре (510 мг/кг). Наибольшее содержание урана (5,24 мг/кг) и бария (812,8 мг/кг) среди всех исследуемых проб наблюдается в пробах, отобранных рядом с котельной.

Содержание гафния в почвах Восточного района г. Междуреченска изменяется в пределах от 3,73 до 7,2 мг/кг, при среднем значении - 5,45 мг/кг, что больше значения кларка гафния в земной коре (4,5 мг/кг).

Содержание иттербия в почвах Восточного района г. Междуреченска изменяется в пределах от 1,93 до 3,56 мг/кг, при среднем значении - 2,77 мг/кг, что больше значения кларка иттербия в земной коре (2,5 мг/кг). Наибольшее содержание иттербия (3,56 мг/кг) среди всех исследуемых проб наблюдается в пробах, отобранных в окрестностях парка отдыха.

Содержание кобальта в почвах Восточного района г. Междуреченска изменяется в пределах от 11,6 до 22,2 мг/кг, при среднем значении - 17,7 мг/кг, что незначительно выше значения кларка кобальта в земной коре (17 мг/кг). Наибольшее содержание кобальта (22,2 мг/кг) среди всех исследуемых проб наблюдается в почвах, отобранных недалеко от турбазы. Также обращает на себя внимание факт превышения среднего содержания брома в почвах Восточного района в 2 раза по сравнению с территорией города в целом.

Методом рентгеновской дифрактометрии на дифрактометре Bruker Phaser D2 изучен минерально-фазовый состав немагнитных фракций почв. Природная составляющая проб почвы г. Междуреченска представлена преимущественно кварцем ( $\text{SiO}_2$ ), альбитом ( $\text{Na[AlSi}_3\text{O}_8]$ ), мусковитом ( $\text{K(Al}_{0,876}\text{Fe}_{0,124})_2\text{Fe}_{0,0067}(\text{Si}_{1,64}\text{Al}_{0,36})_2\text{O}_{10}((\text{OH})_{0,914}\text{F}_{0,086})_2$ ). Так же в пробах почвы выявлен такой минерал как клинохлором ( $\text{(Mg,Fe)}_6(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ ).

#### Литература

6. Григорьев Н.А. Распределение химических элементов в верхней части континентальной коры. Екатеринбург: УрО РАН, 2009. - 383 с.
7. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2016 году / Гос. ком. Кемеровской обл. по охране окружающей среды. - Кемерово, 2017. 448 с.
8. Курманбай А.К. Экологическое состояние Кузбасса / А.К. Курманбай, Ш.С. Нозирзода, В.А. Пономарев // Энергетика: эффективность, надежность, безопасность: материалы XXI Всероссийской научно-технической конференции, 2-4 декабря 2015 г., Томск: в 2 т. - Томск: СКАН, 2015. - Т. 2. - С. 84-86.
9. Химические элементы в почвах г. Междуреченска / Н.А. Осипова, Е.В. Перегудина, Е.Г. Язиков // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 1. 8 с.
10. Эколого-экономический мониторинг промышленного загрязнения почвы и рекультивация территорий в Гурьевском районе Кузбасса / Косарева А.А., Волкова К.В., Экологические проблемы промышленно развитых и ресурсодобывающих регионов: пути решения, сборник трудов Всероссийской молодежной научно-практической конференции. - 2016. - С. 1.
11. Язиков Е.Г., Шатилов А.Ю. Геоэкологический мониторинг. Учеб. пособие для вузов - Томск: Изд-во 2003. -336 с.
12. Язиков Е.Г. Рихванов Л.П. Отчет по договорной работе № 1 «Комплексные эколого-геохимические исследования объектов окружающей среды на территории г. Междуреченска». Томск, 1992. - 224 с.

### **ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ АЛЮМИНИЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

**С.Н. Просекин, Л.М. Филимонова**

Научный руководитель к.г.-м.н. В.А. Бычинский

**Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск, Россия**

В связи с тем, что в настоящее время в технологиях производства происходят существенные изменения, проблема достоверной оценки состояния окружающей среды является актуальной. Главным источником экологического загрязнения являются металлургические производства, топливно-энергетические комплексы и автотранспорт. В производстве алюминия меняются системы газоочистки, внедряются самообжигающиеся аноды, в производство поступает сырьё с других месторождений [1, 3, 4]. Все это обуславливает существенные изменения состава газопылевых выбросов.

До настоящего времени во внимание не принимались формы существования элементов в газах, снеговых водах и минеральный состав твердых аэрозолей. Однако известно [3, 4, 7], что именно физико-химические параметры газопылевых выбросов определяют их экологическую опасность, и то, какие элементы будут накапливаться в почвах, а какие - выноситься из зоны воздействия водными растворами. Следовательно, существует реальная необходимость разработать научные методы, позволяющие надежно определять не только масштабы (зоны) геохимических аномалий, точно идентифицирующие источники загрязнения, но и определить формы существования токсикантов, оценив характер изменения этих аномалий даже после завершения действия источника.

Основной вклад в выбросы в районе г. Шелехов от стационарных источников вносят предприятия цветной металлургии: ПАО «РУСАЛ Братск» ( $\approx 67.5\%$ ); участок Ново-Иркутской ТЭЦ ОАО «Иркутскэнерго» ( $\approx 15.6\%$ ); ЗАО «Кремний» ( $\approx 15\%$ ) [2]. Кроме того, немалый вклад в выбросы вносят ОАО «Иркутскабель», ОАО «Иркутскагорремонт», завод Железобетонных изделий и др. Промышленные предприятия расположены достаточно близко к жилым зонам. Также к производственным выбросам добавляются загрязняющие вещества печного отопления частного сектора и выбросы автотранспорта.

После того как получены первоначальные результаты химического анализа проб, данные снова обрабатываются, с помощью программного средства имитации и моделирования физико-химических процессов в природных и технологических системах «Селектор». Принципы физико-химического моделирования и этапы формирования моделей подробно описаны в работах [5, 8]. Изучение эволюции природных систем с учетом потоков подвижных групп фаз и локально временных равновесий в резервуарах позволяет построить модель, адекватно отображающую природные объекты, несмотря на то, что в реальных процессах, и в первую очередь в гидрогеохимических системах, полное равновесие, как правило, не достигается.

Исследования минерального состава твердого осадка снега показали, что это силюминутная характеристика, как твердых аэрозолей, так и раствора. Длительность существования этих минеральных фаз не определена, а пути преобразования не известны. Поэтому была построена физико-химическая модель, позволяющая ответить на вопросы: «Что произойдет с твердым осадком и раствором в будущем?», «Что будет в дальнейшем с растворенными формами?». Достоинство нашего подхода в том, что можем априори предсказать последствия, если весь осадок вступит во взаимодействие с раствором. Таким образом, с помощью физико-химической модели определены формы существования элементов, которые накапливаются в твердых веществах и в водном растворе, что позволило определить максимально возможную техногенную нагрузку (табл.).

Таблица

Соединения, преобладающие в водном растворе и твердом осадке согласно результатам моделирования

Водный раствор	Твердый осадок снега
	Al
$Al(OH)_2F$ , $AlF_2$ , $AlO_2^-$ , $Al(OH)_4^-$ , $HAIO_2^0$	$Al_2Si_2O_5(OH)_4$ - каолинит, $Al(OH)_3$ - гиббсит
	F
F, $MgF^+$ , $CaF^+$	$Ca_5(PO_4)_3F$ - флюорпатит, $CaF_2$
	Be
$Be^{+2}$ , $BeO^0$ , $BeOH^+$	$Be(OH)_2$
	Cd
$Cd^{+2}$ , $CdOH^+$ , $CdCl$ , $CdF^+$	-

Пространственное распределение форм существования элементов позволяет более точно отражать существующую геоэкологическую обстановку. Валовое содержание элемента, как в снеговой воде, так и в твердом осадке снега, дает экспрессную оценку аддитивной пылеаэрозольной нагрузки. Однако реальная опасность может быть недооценена, в том случае, когда основной формой существования конкретного элемента является не простой ион, а хлорид, фосфат, сульфат или любое другое соединение. Во-первых, за счет сложных комплексов минерализация становится выше, и во-вторых, их токсичность может превышать токсичность простых ионов.

На примере кадмия сравним особенности пространственного распределения содержаний валового элемента и вероятных форм его существования в снеговых водах (рис.). Если карты техногенной нагрузки, построенные по валовым содержаниям, выявляют два ореола с высокой концентрацией, то высокие концентрации  $CdOH^+$  обнаружены только на северо-востоке исследуемого района, в зоне воздействия агропромышленного комплекса (с. Мамоны). Ион  $CdCl^+$  так же, как элемент  $Cd^{+2}$  имеет два ореола, причем более высокая концентрация этого соединения приурочена к алюминиевому заводу. Следовательно, формы существования элементов позволяют оценить возможность увеличения или снижения содержания этого элемента в снеговой воде. Действительно, для большинства токсичных элементов, такие элементы как сера, хлор, фтор способны существенно повышать из растворимости, а от содержания  $CO_2$ , кальция и т.д. зависит возможность образования твердых фаз. Термодинамические расчеты позволяют более правильно и качественно провести геоэкологическую экспертизу территории. Преобладание иона  $CdCl^+$  свидетельствует о том, что в данном случае это газопылевые выбросы алюминиевого завода. Следовательно, валовое содержание элемента не только не выявляет основного источника загрязнения, но и не позволяет оценить потенциальную опасность техногенной нагрузки в целом [6].

Анализ закономерностей распределения форм существования элементов позволил определить степень потенциальной опасности, поллютантов, поступающих в окружающую среду. Определены основные формы существования химических элементов присутствующих в газопылевых выбросах, установлено, к каким источникам эти формы принадлежат. Это позволяет выяснить некоторые аспекты, позволяющие более подробно изучить исследуемую территорию и как следствие сделать выводы, более реально отражающие геоэкологическое состояние природной среды в условиях техногенного загрязнения.

Использование геоинформационных технологий в геоэкологических исследованиях позволяет давать количественную оценку загрязнения окружающей среды, выявлять его действительный уровень, определив формы существования потенциально токсичных элементов. Применение геоинформационных систем совместно с физико-химическим моделированием дает возможность прогнозировать состояние окружающей среду через

определенные промежутки времени и принимать необходимые меры задолго до возникновения угрозы окружающей среде.

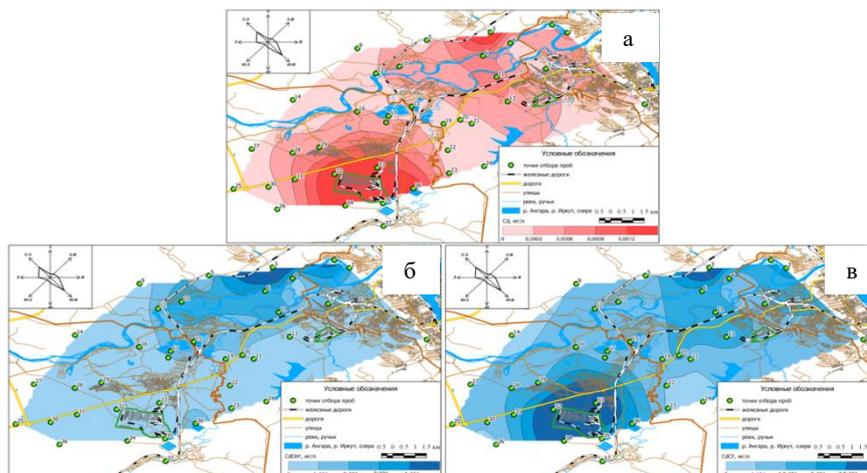


Рис. 1 Карты кадмия (а) и его форм существования -  $CdOH^+$  (б) и  $CdCl^+$  (в)

#### Литература

1. Бойко С.М. Геохимические особенности золы углей Ирша-Бородинского месторождения (Канско-Ачинский бассейн) / С.М. Бойко, А.Н. Сутурин, Л.Ф. Парадина, Н.Н. Куликова // География и природные ресурсы. - 2003. - № 1. - С. 82.
2. Государственный доклад "о состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2015 году. - Режим доступа: [http://irkobl.ru/sites/ecology/%D0%94%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4\\_2015.pdf](http://irkobl.ru/sites/ecology/%D0%94%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4_2015.pdf).
3. Головных Н.В. Разработка компьютерной модели физико-химического процесса образования криолит глиноземных расплавов / Н.В. Головных, В.А. Бычинский, К.В. Чудненко, А.А. Тупицын // Вестник Иркутского государственного технического университета. - 2004. - № 1(17). - С. 117-123.
4. Головных Н.В. Разработка технологии производства фторсодержащих добавок и их применение в электрометаллургии алюминия / Н.В. Головных, В.А. Бычинский, К.В. Чудненко, А.А. Тупицын // Вестник Иркутского государственного технического университета. - 2004. - № 3(19). - С. 118-124.
5. Карпов И.К. Минимизация энергии Гиббса в геохимических системах методом выпуклого программирования / И.К. Карпов, К.В. Чудненко, Д.А. Кулик, О.В. Авченко, В.А. Бычинский // Геохимия. - 2001. - № 11. - С. 1207-1219.
6. Просекин С.Н. Физико-химическая модель как способ геоэкологического прогноза и контроля состояния окружающей среды / С.Н. Просекин, Л.М. Филимонова // Успехи современной науки и образования. - 2017. - Т. 8, № 2. - С. 200-207
7. Филимонова Л.М. Оценка загрязнения атмосферы в районе алюминиевого производства методом геохимической съемки снежного покрова / Л.М. Филимонова, А.В. Паршин, В.А. Бычинский // Метеорология и гидрология. - 2015. - № 10. - С. 75-84.
8. Чудненко К.В. Динамика мегасистем в геохимии: формирование базовых моделей процессов и алгоритмы имитации / К.В. Чудненко, И.К. Карпов, С.И. Мазухина, В.А. Бычинский, М.В. Фортименко. // Геология и геофизика. - 1999. - Т. 40, № 1. - с. 44-60.

### ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.Н. Рожнов\*, В.П. Днепровская, М.Н. Алексеева

Научный руководитель зав. лаб. НИИЦ ИХН СО РАН И.Г. Ященко

\*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования Томский государственный университет систем  
управления и радиоэлектроники, г. Томск, Россия

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии нефти  
Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск, Россия

Систематическое нарушение растительного покрова на территории нефтедобычи Западной Сибири вследствие сжигания попутного нефтяного газа (ПНГ) является важной экологической проблемой. В результате такого избавления от ценного ресурса нефтедобычи - в атмосферу выбрасываются значительные объемы экологически опасных продуктов сгорания, например, оксиды азота и сажа, оказывающие вредные воздействия на лесорастительный покров, а выбросы углекислого газа дают значительный вклад в парниковый эффект, как один из факторов глобального потепления.

Ввиду этого организация спутникового мониторинга территориальных объемов ПНГ, который сжигается в факельных установках на месторождениях, является важной задачей. Особенно важна эта проблема для Томской области, которая занимает одно из лидирующих мест в Западной Сибири по объёму нефтедобычи. Решение этой проблемы ввиду труднодоступности территории является наименее затратным с применением данных дистанционного зондирования (ДДЗ) и осложнено отсутствием достоверной информации о сжигании ПНГ на месторождениях в публикациях.

По расчетам Министерства природных ресурсов РФ суммарный эффект от переработки ПНГ в Российской Федерации мог бы составить 362 млрд. рублей в год, однако в настоящее время экономические потери от сжигания попутного нефтяного газа в России составляют ежегодно 139,2 млрд. руб. [5].

Согласно официальной статистике [3-6], объем извлекаемого нефтяного газа увеличился более чем в 3 раза с 25 млрд. м<sup>3</sup> в 1995 г. до 70 млрд. м<sup>3</sup> в 2016 г. Главной причиной увеличения объемов извлечения ПНГ стал рост добычи нефти в связи с освоением новых месторождений, в частности, месторождений Восточной Сибири. Однако, по данным Центрального диспетчерского управления ТЭК объемы извлекаемого ПНГ максимальны были в 2014 г., далее наблюдается их снижение. Вопрос о достоверности данных получаемых в ходе учета объемов добываемого углеводородного сырья, включая ПНГ, а также доли ПНГ, сжигаемого на факелах, остается открытым [5].

Россия до сих пор является одним из мировых лидеров по объему сжигания ПНГ, несмотря на то, что уровень факельного сжигания должен достичь 95 %, иначе нефтедобывающие компании обязаны платить высокие штрафы (Постановление Правительства РФ № 1148 от 2012 г.).

По результатам ряда исследований, начиная с 2012 г., публикуется ежегодный обзор совместно со Всемирным фондом дикой природы (WWF) по проблеме использования ПНГ в России. По полученным авторами выводам на основе спутниковых данных, Россия начиная с 2012 г. возглавляет «антирейтинг» стран, сжигая 24 млрд. м<sup>3</sup> ПНГ, далее следуют Ирак (17,5 млрд. м<sup>3</sup>), Иран (16 млрд. м<sup>3</sup>) и США (8 млрд. м<sup>3</sup>). По количеству факелов Россия (1814 факелов) также среди «лидеров» (на третьем месте после США и Канады).

По данным официальной статистики уровень полезного использования ПНГ от общих ресурсов ПНГ в России за 2011-2015 гг. медленно растет - с 75 % в 2011 г. до 88 % в 2016 г. [3-6] Однако, по данным дистанционного исследования Земли из космоса установлено, что начиная с 2014 г. [3-6] в России наблюдается существенный рост объемов сжигания ПНГ. Такое несоответствие динамики объемов утилизации и сжигания ПНГ вызывает вопросы о достоверности информации.

В настоящее время в Томской области ситуация по утилизации ПНГ выглядит не лучшим образом, что обуславливает высокие риски для окружающей среды нашей области (рис. 1) [1, 2]. Так, в 2015 г. на месторождениях Томской области уровень использования ПНГ в среднем составил 85 %. Всего за этот период было добыто 3,6 млрд. м<sup>3</sup>, при этом объем использованного ПНГ составил 3,0 млрд. м<sup>3</sup>. В 2016 г. по предварительным данным этот уровень снизится до 79 %.

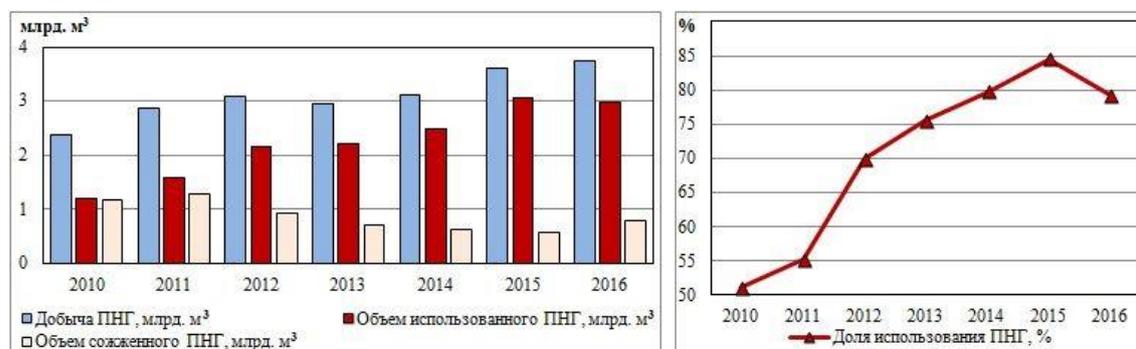


Рис. 1 Уровень рационального использования ПНГ в Томской области

Для определения числа факельных установок (ФУ) на территории Томской области использовались космические снимки среднего пространственного разрешения со спутника Landsat-8, который оснащен двумя сенсорами, первый из них проводит съемку в девяти спектральных каналах видимого, ближнего и коротковолнового инфракрасного диапазонов, второй - в двух тепловых инфракрасных каналах. В данной работе использовались растровые изображения 4, 5, 7 и 11 спектральных каналов.

Разработанная методика дистанционного определения количества действующих факельных установок на нефтедобывающей территории по космическим снимкам предполагает выполнение следующей последовательности процедур: предварительная обработка космических снимков; выявление термических точек; идентификация ФУ.

Детектирование факелов сжигания ПНГ и вычисления площади зон теплового воздействия в радиусе действия ФУ на месторождениях Томской области по зимним космическим снимкам проводились исходя из превышения температуры факелов относительно усредненной температуры территории, на которой нет нефтегазовых месторождений (данные с метеостанции Средний Васюган).

В результате обработки космических снимков Landsat-8 были идентифицированы 10 факельных установок на 8 месторождениях Томской области (Крапивинское, Оленье, Столбовое, Катыльгинское, Южно-Черемшанское, Ломовое, Двуреченское и Западно-Катыльгинское месторождения). Установлено, что на

некоторых месторождениях ФУ функционируют с переменным режимом и мощностью. Изменения температурного режима и площадей теплового загрязнения в радиусе действия факельных установок с помощью космических снимков (КС) 2009, 2016 и 2017 гг. рассмотрены на примере Двуреченского месторождения.

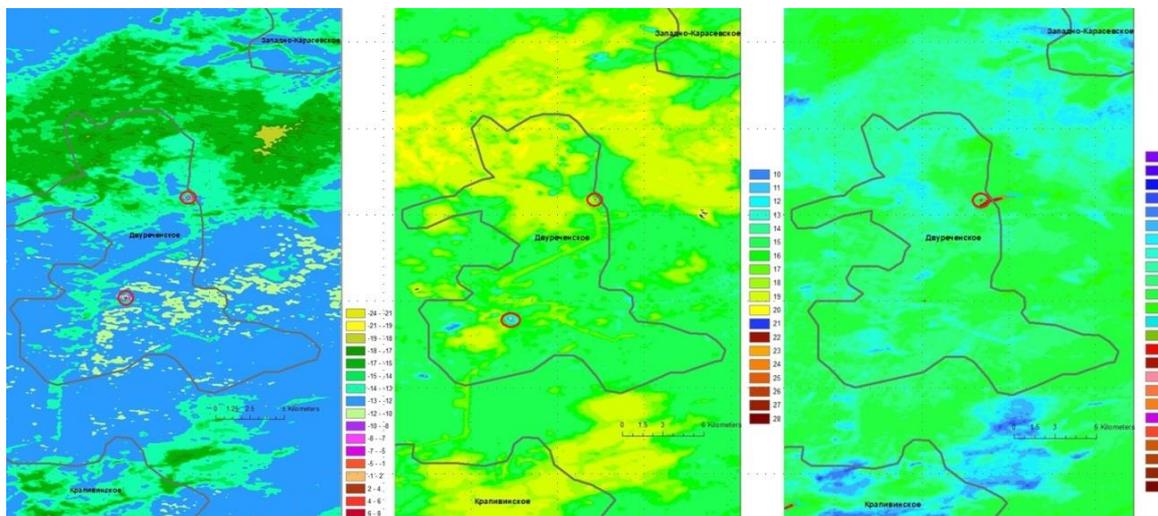


Рис. 2 Фрагменты тепловых каналов КС с датами: а) 07.03.2009 г., б) 22.06.2013 г., в) 23.12.2016 г.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о сокращении в 2016 г. сжигания ПНГ на Двуреченском месторождении и уменьшении площади и мощности горения факелов. Действительно, в 2013 г. на этом месторождении была введена в действие газотурбинная электростанция, которая позволяет утилизировать ПНГ.

В целом, по Томской области полученные результаты свидетельствуют о сокращении сжигания ПНГ на исследуемых месторождениях, уменьшении площади негативного воздействия и мощности горения факелов. Таким образом, предложенный подход позволяет систематически получать и учитывать информацию по количеству высокотемпературных участков труднодоступных нефтедобывающих территорий, что позволяет в дальнейшем проводить мониторинговые исследования и анализировать данные по объемам производства и сжиганию ПНГ.

#### Литература

1. Жарова Т.Ю. Анализ экономической эффективности внедрения на месторождения технологий по утилизации попутного нефтяного газа (в условиях Томской области) [Электронный ресурс]: Информационно-аналитическое агентство «Нефтегаз». - URL: <http://gr.neftegaz.ru/ru/content/science/438.html> (дата обращения 27.02.2018).
2. Ильин Н.Н. Итоги деятельности предприятий нефтегазодобывающего комплекса Томской области в 2015 году и планы на 2016 год // Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа: Материалы 7-ой Всероссийской научно-практической конференции [Электронный ресурс]. - Томск: Изд-во ИОА СО РАН, 2016. - С. 8-21.
3. Кирюшин П.А., Книжников А.Ю., Кочи К.В., Пузанова Т.А., Уваров С.А. Попутный нефтяной газ в России: «Сжигать нельзя, перерабатывать!» Аналитический доклад об экономических и экологических издержках сжигания попутного нефтяного газа в России. - М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2013. - 88 с.
4. Книжников А.Ю., Ильин А.М. Проблемы и перспективы использования попутного нефтяного газа в России - 2017. - М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2017. - 32 с.
5. Книжников А.Ю., Тетельмин В.В., Бунина Ю.П. Аналитический доклад по проблеме использования попутного нефтяного газа в России. - М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2015. - 62 с.
6. Кутепова Е., Книжников А., Кочи К. Проблемы и перспективы использования попутного нефтяного газа в России: ежегодный обзор. Вып. 4. - М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2012. - 35 с.

## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

О. Н. Роскач

Научный руководитель старший преподаватель А. С. Соколов  
Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, г. Гомель, Белоруссия

Цель работы - на основе административного деления Гомельской области провести оценку геоэкологических последствий сложившейся структуры землепользования Гомельской области и выделить районы, сходные по показателям землепользования и геоэкологического состояния. Основным источником информации о площадях земель различных категорий являлся Государственный земельный кадастр [1], материалы Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды и его региональных подразделений. В качестве показателей геоэкологического состояния были взяты коэффициенты относительной и абсолютной напряженности эколого-хозяйственного баланса, а также коэффициент естественной защищенности Б.И. Кочурова

[2], геоэкологический коэффициент [3]. Все эти абсолютные показатели для каждого района с помощью метода линейного масштабирования преобразованы в нормированную 10-балльную шкалу, где 0 - минимальное, а 10 - максимальное значение показателя.

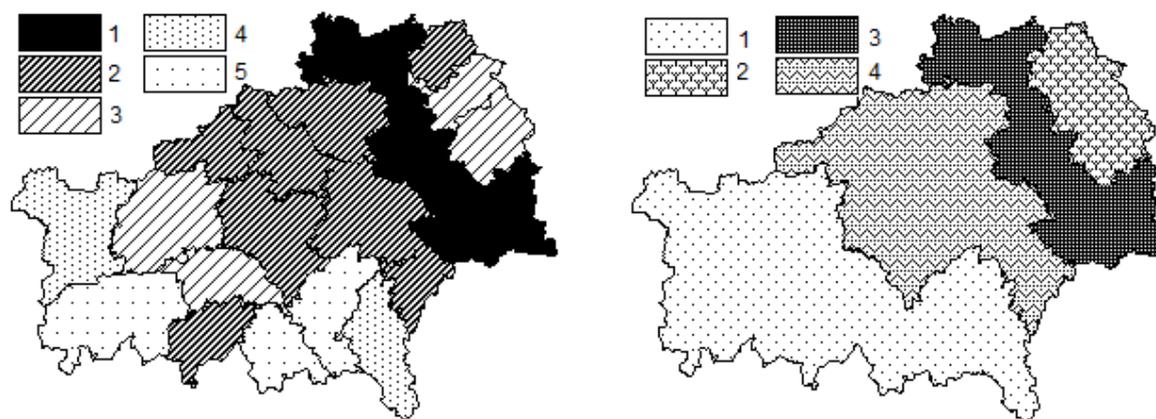
На основе данных о количестве земель различных категорий была проведена геоэкологическая оценка структуры землепользования административных районов Гомельской области, которая основывалась на расчёте ряда частных показателей ( $K_A$ ,  $K_O$ ,  $K_{EZ}$ ,  $K_T$ ), которые затем методом линейного масштабирования были интегрированы путём сложения в интегральный показатель экологического неблагополучия структуры землепользования  $K_{INT}$  (таблица 1, рисунок 1).

Таблица 1

Расчёт частных коэффициентов и интегрального показателя экологического неблагополучия структуры землепользования

Район	$K_A$		$K_O$		$K_{EZ}$		$K_T$		$K_{INT}$
	абс.*	норм.**	абс.	норм.	абс.	норм.	абс.	норм.	
Брагинский	0,06	0,03	0,35	1,82	0,70	2,41	1,73	5,17	9,43
Буда-Кошелевский	0,53	1,41	1,23	10,00	0,48	10,00	0,90	10,00	31,41
Ветковский	0,38	0,97	0,46	2,77	0,63	4,83	1,69	5,41	13,29
Гомельский	2,18	6,26	0,70	5,03	0,51	8,97	1,35	7,38	27,98
Добрушский	3,41	9,88	0,94	7,30	0,51	8,97	0,96	9,65	35,45
Ельский	1,37	3,88	0,45	2,73	0,57	6,90	1,92	4,07	17,58
Житковичский	0,10	0,15	0,24	0,74	0,68	3,10	1,86	4,42	8,41
Жлобинский	0,39	1,00	0,83	6,26	0,54	7,93	1,15	8,55	23,74
Калинковичский	0,92	2,56	0,59	4,06	0,55	7,59	1,75	5,06	19,27
Кормянский	0,55	1,47	0,80	5,97	0,56	7,24	1,21	8,20	22,19
Лельчицкий	0,19	0,41	0,19	0,25	0,71	2,07	2,38	1,40	3,78
Лоевский	0,18	0,38	0,56	3,74	0,55	7,59	1,31	7,62	19,33
Мозырский	0,77	2,12	0,37	2,01	0,62	5,17	1,85	4,48	13,44
Наровлянский	0,05	0,00	0,16	0,00	0,77	0,00	2,62	0,00	0,00
Октябрьский	0,91	2,53	0,53	3,45	0,57	6,90	1,97	3,78	16,66
Петриковский	0,36	0,91	0,36	1,88	0,60	5,86	1,92	4,07	12,38
Речицкий	1,76	5,03	0,59	4,04	0,54	7,93	1,53	6,34	23,34
Рогачевский	3,45	10,00	0,96	7,46	0,52	8,62	1,18	8,37	33,76
Светлогорский	0,67	1,82	0,52	3,34	0,56	7,24	1,77	4,94	17,00
Хойникский	0,06	0,03	0,29	1,21	0,73	1,38	2,24	2,21	4,48
Чечерский	0,66	1,79	0,43	2,51	0,62	5,17	1,77	4,94	13,72

Примечание: \* - абсолютное значение показателя; \*\* - нормированное значение показателя



Интегральный показатель: 1 - более 25; 2 - 15-25; 3 - 10-15; 4 - 5-15; 5 - менее 5  
 Районы: 1 - Юго-Западный; 2 - Северо-Восточный; 3 - Гомельско-Рогачёвский; 4 - Центральный

Рис. 1 Интегральный показатель экологического неблагополучия и геоэкологическое районирование

На основе значений частных коэффициентов, особенностей структуры землепользования, классификации районов по величине интегрального показателя, было проведено геоэкологическое районирование территории области и выделено четыре геоэкологических района, отличающихся сходным экологическим состоянием, внутренним единством и своеобразными индивидуальными особенностями трансформации природной среды

**СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.**

(рисунок 1). Крупнейший по площади (43,2 % площади области) Юго-Западный район характеризуется минимальным уровнем нарушенности природной среды (таблица). Плотность населения здесь 15,9 чел./км<sup>2</sup>, в том числе плотность сельского населения - 5,0 чел./км<sup>2</sup>; отношение доли площади к доле населения равно 2,2.

Наиболее нарушенным является Гомельско-Рогачёвский район (площадь 18,3 %, отношение доли площади к доле населения 0,4, плотность населения 51,2 чел./км<sup>2</sup>, в том числе сельского 37,5 чел./км<sup>2</sup>). Данный район характеризуется значениями всех показателей, соответствующими максимальному уровню антропогенной трансформации.

**Таблица 2**

**Структура землепользования и экологическое состояние геоэкологических районов**

Геоэкологические районы	Пашня, %	Луга, %	Лесные земли, %	ООПТ, %	Сильно нарушенные, %	Осушенные, %	Доля с/х земель среди осушенных, %	<i>K<sub>A</sub></i>	<i>K<sub>O</sub></i>	<i>K<sub>EЗ</sub></i>	<i>K<sub>Г</sub></i>
Северо-Восточный	26,1	8,5	47,9	2,2	3,5	9,8	64,5	0,49	0,52	0,63	1,60
Гомельско-Рогачёвский	36,1	13,8	33,0	1,0	5,9	14,4	87,8	1,86	0,94	0,51	1,10
Центральный	27,0	10,3	47,5	3,8	4,2	19,4	86,1	0,62	0,61	0,58	1,58
Юго-Западный	13,5	8,0	62,0	20,4	2,9	16,0	65,6	0,13	0,28	0,84	2,07
<i>В целом по области</i>	<i>22,6</i>	<i>9,8</i>	<i>51,2</i>	<i>10,3</i>	<i>3,9</i>	<i>16,1</i>	<i>76,3</i>	<i>0,30</i>	<i>0,48</i>	<i>0,68</i>	<i>1,71</i>
<b><i>По Беларуси</i></b>	<b><i>27,4</i></b>	<b><i>13,2</i></b>	<b><i>42,2</i></b>	<b><i>8,7</i></b>	<b><i>4,2</i></b>	<b><i>16,5</i></b>	<b><i>84,2</i></b>	<b><i>0,40</i></b>	<b><i>0,64</i></b>	<b><i>0,62</i></b>	<b><i>1,41</i></b>

Средний уровень нарушенности характерен для двух оставшихся районов - Северо-Восточного и Центрального. Первый является самым маленьким по площади - 9,2 %, отношение доли площади к доле населения 2,9, плотность населения 51,2 чел./км<sup>2</sup>, в том числе сельского 37,5 чел./км<sup>2</sup>).

Площадь Центрального района составляет 29,3 % площади области. Отношение доли площади к доле населения 1,1, плотность населения 26,1 чел./км<sup>2</sup>, в том числе сельского 8,6 чел./км<sup>2</sup>).

Минимальная доля пашни, лугов и сильно нарушенных территорий характерна для Юго-Западного района (таблица 2). Он же выделяется максимальной долей лесов и особо охраняемых природных территорий. Минимальная доля осушенных земель в Северо-Восточном районе, а значение доли сельскохозяйственных земель в общей площади осушенных, заметно снижено для Северо-Восточного и Юго-Западного районов.

Таким образом геоэкологическое районирование позволило освятить в пространственном аспекте острую экологическую ситуацию в Гомельской области.

**Литература**

1. Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь (по состоянию на 1 января 2017 года) / Гос. ком. по имуществу РБ. - Минск, 2017. - 57 с.
2. Кочуров Б. И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории. - Смоленск: СГУ, 1999. - 154 с.
3. Аитов И. С. Геоэкологический анализ для регионального планирования и системной экспертизы территории (на примере Нижневартковского региона): автореф. дис. ... канд. геогр. наук. - Барнаул, 2006. - 18 с.

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ И МИНЕРАЛОВ В ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИХ ФРАКЦИЯХ ЛУГОВЫХ ПОЧВ ПРИПОРТАЛЬНОГО УЧАСТКА ШТОЛЬНИ №176 ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ «ДЕГЕЛЕН» СИП.**

**Д.М. Сатиев**

Научные руководители: профессор Л.П. Рихванов<sup>1</sup>, А.М. Кабдыракова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

<sup>2</sup>*Институт радиационной безопасности и экологии, г. Курчатова, Казахстан*

Испытательная площадка «Дегелен» находится в южной части бывшего Семипалатинского полигона в пределах Восточно-Казахстанской области. Территория представляет собой низкогорный массив площадью около 220 км<sup>2</sup>, который является частью Казахского мелкосопочника.

Радиационная обстановка на данной территории сформировалась вследствие проведения 209 подземных ядерных испытаний в течение 1961-1989 г.г. [1]. Наиболее существенное радиационное загрязнение почвы наблюдается на участках, прилегающих к испытательным штольням. Это связано с выносом радионуклидов с грунтовыми водами, вытекающими на дневную поверхность через полости штолен. Одним из участков, где наблюдается вынос радионуклидов водотоками из штолен является территория, прилегающая к штольне № 176. В наибольшей степени загрязнены почвы у берегов водотоков и в донных отложениях. Концентрация радионуклидов <sup>137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr, <sup>239+240</sup>Pu в почвах достигают  $n \times 10^4$  Бк/кг [2].

Ранее проведенными исследованиями [3] установлено, что содержание гумуса в поверхностных горизонтах почв водотока шт. 176 колеблется от 7,1 до 22,7 %. Одной из причин высоких значений общего гумуса может быть наличие значительного количества неразложившегося растительного материала. Также следует отметить, что в условиях промывного водного режима отсутствовали карбонатные соли. pH водной суспензии почв редко нейтральная, чаще щелочная или слабощелочная. В ППК преобладали катионы Са.

Для исследований отбирались пробы верхнего 5 см слоя почвы вдоль русла водотока штольни №176. Выделение почвенных фракции осуществлялось с помощью методов «мокрого» просеивания и отмачивания [4]. В итоге из 3 проб удалось выделить 27 почвенных фракции с размерами 1000-500; 500-250; 250-100; 100-63, 63-40, 40-8, 8-5, 5-1 и <1 мкм.

Далее, в каждом из них определялось удельная активность радионуклидов:  $^{137}\text{Cs}$  гамма-спектрометрическим методом,  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{239+240}\text{Pu}$  после радиохимического анализа бета- и альфа- спектрометрическим методом соответственно [5,6,7]. Для оценки распределения вышеупомянутых радионуклидов по гранулометрическим фракциям почв использовались значений средней удельной активности радионуклидов.

Минералогический состав каждой выделенной фракции определяли рентгенодифрактометрическим методом. Дифрактограммы для исследования образцов были получены на дифрактометрической системе с использованием программного обеспечения идентификации фаз. Для идентификации фазового состава образца осуществлялось посредством программы база данных Crystallography Open Database [8].

Также, определяли элементный состав всех фракции рентгенфлуоресцентным методом с применением энергодисперсионного спектрометра JED-2300.

В результате гранулометрического анализа выявлено, что в исследуемых почвах преобладают песчаные (от 1000 до 100 мкм) и пылеватые (40-8 мкм), а содержание илстых частиц (<1 мкм) незначительное. По классификации Н.А. Качинского почвы относятся к легко-суглинистым и супесчаным.

Результаты по распределению радионуклидов по гранулометрическим фракциям почв представлено на рисунке 1.

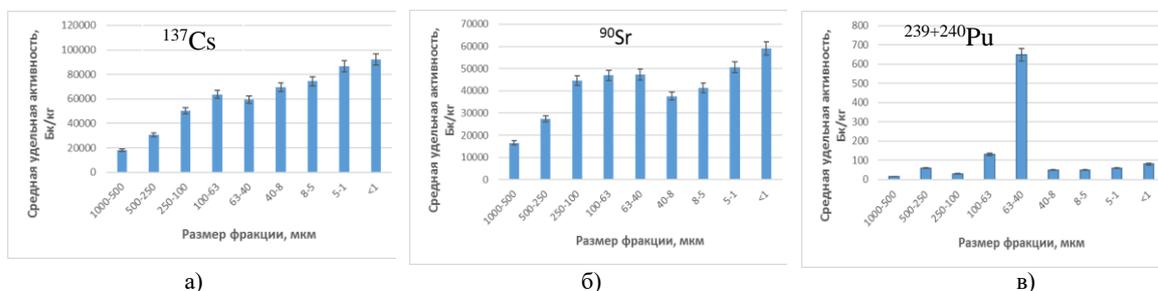


Рис. 1 Распределение радионуклидов по гранулометрическим фракциям почв водотока шт. 176

Выявлено, что содержание  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  (а, б) в гранулометрических фракциях исследуемых почв имеет тенденцию к увеличению их концентрации с увеличением дисперсности фракций, за счет преобладанием их удельной площади поверхности по сравнению с крупными фракциями. Очевидно, что такой характер распределения обусловлено сорбцией радионуклидов почвенными частицами.

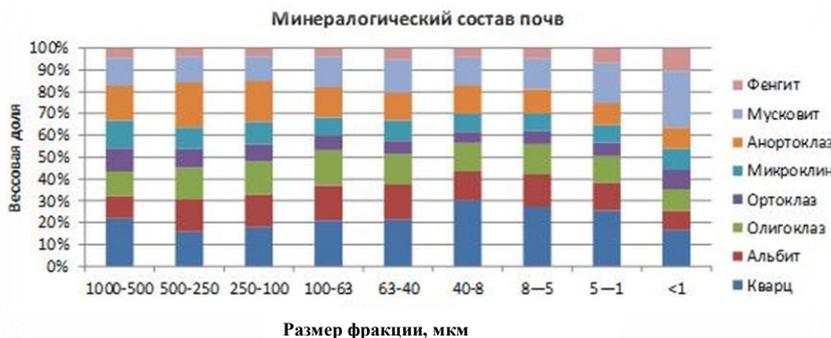


Рис. 2 Распределение минералов по гранулометрическим фракциям почв водотока шт. 176

В тоже время средняя удельная активность  $^{239+240}\text{Pu}$  в пробах имеет самые низкие значений, лишь во фракции 63-40 мкм резко увеличиваться (в). Возможно это тоже обусловлено специфической сорбцией радионуклида почвенными частицами.

Элементный состав почвы представлен в основном оксидами кремния и алюминия. С увеличением размера частиц содержание  $\text{SiO}_2$  возрастает. Аналогичные тенденции роста наблюдаются для оксидов калия, кальция и натрия. Обратная отмечается для оксидов железа, марганца, алюминия и магния, т.е. их содержание возрастает с увеличением дисперсности. Оксиды фосфора, серы и титана распределены сравнительно равномерно во всех фракциях, без выраженных колебаний их значений.

При анализе фазового состава выявлено закономерный состав основной группы минералов крупных фракций почв (рис. 2), представленный кварцем, натриевыми и калиевыми полевыми шпатами. Из вторичных минералов встречается слюды, гидрослюды. Оценка количественного содержания минералов показала

конкурирующий характер их распределением в вещественном составе по гранулометрическим фракциям. С уменьшением размера гранулометрической фракции доля полевых шпатов уменьшается, а слюд и гидрослюд - возрастает.

Подводя итог, можно утверждать, что распределение радионуклидов по гранулометрическим фракциям луговой почвы водотока шт. 176 обусловлен сорбционными процессами, протекающими в системе «почва-вода». Также, стоит отметить в этом роль минералов, особенно вторичных, которые способны поглощать большинство радионуклидов.

#### Литература

1. Ядерные испытания СССР. Семипалатинский полигон / под. ред. В.А. Логачева. - Москва: изд. АТ, 1997.
2. Магашева Р.Ю., Дж. Д.Вернер и Якунин Г.Н.: «Радиационное загрязнение почв СИПа и возможности их реабилитации» / Материалы конференции «Здоровье человека и окружающая среда. Стратегии и программы в новом тысячелетии» Бишкек, 2002, с. 178-182.
3. Паницкий А.В. Изучение параметров накопления искусственных радионуклидов растениями лугового биогеоценоза / Н.В.Ларионова, С.Н. Лукашенко, А.М. Кабдыракова, Р.Ю. Магашева, А.В. Паницкий, Ж.А. Байгазинов. // Вестник НЯЦ РК - 2008. - Вып. 3. - с.33 -38.
4. ГОСТ 12365-79. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава. - М.: Изд. стандартов, 1982.
5. Активность радионуклидов в объемных образцах. Методика выполнения измерений на гамма- спектрометре: МИ 2143-91. - Введ. 1998-06-02. - Рег. № 5.06.001.98. - М.: НПО ВНИИФТРИ, 1991. - 17 с.
6. Инструкция и методические указания по оценке радиационной обстановки на загрязненной территории: 17.03.89 г. - М.: Госкомгидромет СССР, 1989.
7. Методика выполнения измерений активности радионуклидов плутоний -238, плутония-(239+240) в счетных образцах, приготовленных из проб объектов окружающей среды. - М.: ФГУП «НПО Радиевый институт им. В.Г. Хлопина».
8. Gražulis, S.; Chateigner, D.; Downs, R. T.; Yokochi, A. F. T.; Quirós, M.; Lutterotti, L.; Manakova, E.; Butkus, J.; Moeck, P. & Le Bail, A.; Crystallography Open Database - an open-access collection of crystal structures, J. Appl. Cryst., 2009, 42, 726-729)

### **ОЦЕНКА ПРИРОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ВАХСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**Я. И. Сварацкий**

Доцент, кандидат технических наук В.А. Базавлук

*Национальный Исследовательский Томский Политехнический Университет, Томск,  
Российская Федерация.*

В статье приведена оценка и выявлены проблемы организации мониторинга окружающей среды, в частности процессов метанообразования при освоении нефтегазоносных месторождений, расположенных на глубоких болотах Васюганья.

Актуальность темы связана с мероприятиями мониторинга окружающей среды, при интенсивном освоении природных углеводородов на севере Томской области и за ее пределами. А также с необходимостью образования системы мониторинга за выделениями метана на исследуемой болотной территории в ходе эксплуатации месторождений. Метан как фактор, влияет на изменение температуры окружающей среды не только в пределах исследуемого региона, но и за его пределами.

Предметом исследования является мониторинг газового составляющего воздуха за счет выделения метана из болотной толщи.

Целью работы является обоснование необходимости мониторинга по направлениям охраны окружающей среды на территории Вахского нефтяного месторождения.

Задачи:

Выяснить направление мониторинга в реальных условиях.

Провести оценку мониторинга по газовым составляющим воздушного бассейна.

Дать оценку фактического состояния территории нефтяного месторождения.

Выявить проблемы мониторинга окружающей среды и обосновать его (мониторинга) необходимость.

Воздушный бассейн Земли представлен смесью газов, в составе, которого среди прочих на шестом месте по массе и по объему находится метан. Метан является вторым газом по значимости после диоксида углерода, вызывающим парниковый эффект.

Несмотря на то, что доля по массе метана в составе воздуха меньше в 550 раз, а по объему в 157 раз, чем диоксид углерода, его влияние по данным [2] в 20 раз сильнее воздействует на атмосферу, чем диоксид углерода.

Одним из глобальных источников метана на Земле являются болота, в том числе Васюганское болото. В целом площадь болот на территории России составляет 21%. По оценкам ученых выделение метана из болот в атмосферу составляет 25 до 50% [2].

Метан образуется на болотах исключительно в анаэробных условиях, при близком залегании к дневной поверхности болотных вод. С понижением высотной отметки болотных вод, выделение метана по логарифмической зависимости убывает [5]. Большинство исследований по метанообразованию проводились преимущественно в летний период (май - сентябрь), при температурах окружающего воздуха выше 0оС [2]. Однако данных зимних наблюдений метанообразования на болотах пока нет. При этом следует иметь ввиду, что в зимний

период, болотная толща, кроме верхней корки (50 см.) не промерзает и имеет положительное значение температур, и, следовательно, процессы метанообразования в болотной толще не прекращаются. Следовательно, процессы метанообразования в болотной толще происходят круглогодично.

В результате антропогенного воздействия нефтегазодобывающей промышленности на болота, в болотной толще создаются новые условия для образования метана, к которым относятся процессы торфообразования, гниения, обусловленные подтоплениями. Для регулирования и снижения процесса метанообразования на осваиваемых территориях Васюганских болот, предлагаются следующие пути решения. К ним относятся:

Понижение уровня болотных вод.

Создание в болотной толще аэробных условий для торможения процессов метанообразования.

Кроме того, процессы метанообразования напрямую зависят от глубины залегания торфа и его вида. Так по исследованиям [2], в осоково-сфагновой топи на глубине 200 см. в июне, процесс метанообразования в 2 раза выше, чем на той же глубине в низком ряме. На исследуемой болотной территории пока не установлены причины метанообразования. В ходе хозяйственного воздействия, в болотной толще происходит интенсивное изменение естественной структуры физического, химического, биологического и других состояний.

К примеру, на исследуемой нами территории кустовой площадки №7 Вахского нефтяного месторождения были допущены экологические нарушения, в результате которых нефтепродукты попали в почву. Инженерное обустройство территории представлено следующим образом. Она обвалована суглинистым грунтом с откосами 1:1,5. Для обеспечения устойчивости обвалования и откосов насыпи от размыва атмосферными осадками и ветровой эрозии проектом предусмотрено их укрепление с внешней стороны посевом трав [3].

Для сбора и хранения бурового шлама на территории кустового основания предусмотрен амбар объемом 11 500 м<sup>3</sup>. По внешнему периметру шламового амбара предусмотрено устройство обваловочной дамбы высотой 1 м и шириной поверху 4,0 м из глинистого грунта [3].

Коридор коммуникаций представлен нефтегазосборным трубопроводом, водоводом высокого давления и подъездной автодорогой. Для проезда механизмов через существующие коммуникации предусмотрены переезды шириной 6,5 м. Высота насыпи над трубой составляет 1,4 м. Глубина заложения нефтепроводов принята не менее 0,8 м от дневной поверхности земли до верхней образующей трубы. Участки трубопроводов на пересечениях с автодорогами прокладываются в защитных футлярах из труб, диаметром на 200 мм больше по отношению к исходной трубе. Заглубление участков трубопроводов, прокладываемых под автомобильными дорогами, составляет 1,4 м от верха покрытия дороги до верхней образующей защитного футляра [3].

После завершения строительства вышеперечисленных объектов, начались эрозионные процессы, деградация почвенного покрова, что привело к изменениям в структуре почвы. Кроме того, на осваиваемой территории были обнаружены неубранные порубочные остатки и наблюдались процессы подтопления.

Благодаря своевременным выполненным рекультивационным мероприятиям, данные эрозионные процессы были замедлены, порубочные остатки убраны, территория подтопления осушена. Таким образом, на территории кустовой площадки произошли изменения естественного состояния. При освоении территории, представленной болотной залесённой территорией, проектом не было предусмотрено мероприятий по оценке природных изменений и учета их влияния на окружающую среду. Ни до, ни после устранения нарушений не проводился химический анализ почвы болот, до сих пор неизвестны количественные показатели изменений, по отдельным показателям мониторинга. Для выявления степени изменений состояния болот требуется провести химический, биологический и другие анализы, и организовать комплексный мониторинг, в том числе мониторинг воздушного бассейна. При оценке динамики изменения химического состава, должны быть выявлены процессы метанообразования и составлены прогнозы развития экологической ситуации на осваиваемом болотном участке.

В ходе исследования выявлены 4 основные проблемы мониторинга Васюганских болот:

Отсутствие систематического мониторинга состояния атмосферного воздуха на данной территории.

Не установлены причины метанообразования на исследуемой территории.

В составе проектной документации на освоение нефтегазоносных природных ресурсов, как правило, отсутствуют разделы по организации мониторинга окружающей среды в ходе хозяйственного освоения болотных территорий.

По состоянию на 2016 год, не установлено влияние результатов хозяйственного освоения территорий по метанообразованию на болотах.

Предложения

В связи с интенсивным освоением заболоченных территорий нефтегазодобывающей промышленностью, в частности, на территории Васюганского болота, требуется в составе комплексного мониторинга, выделить направление по метановыделению, для составления прогноза температуры воздуха, развития экологической ситуации в данном регионе и разработке предложений по стабилизации природного воздушного баланса на территории болота.

Провести анализ воздушного бассейна на предмет содержания метана и сделать соответствующие выводы о влиянии хозяйственного освоения на процессы метанообразования.

Предлагается в состав предпроектной документации на освоение месторождений на болотах, вносить раздел о проведении мониторинга, в том числе метанообразования на осваиваемых болотных территориях, в соответствии с постановлением Правительства РФ от 16.02.2008 N 87 (ред. от 23.01.2016) "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию".

Литература

9. Инишева Л.И., Смирнов О.Н., Порохина Е.В., Инишева Д.Н., Сергеева М.А. Торфяные болота Западной Сибири – их роль в биосфере. Томск. ЦНТИ. 2011. 65 с.
10. Инишева Л.И., Сергеева М.А. Условия образования и эмиссия метана в олиготрофных ландшафтах Васюганского болота. Вестник ТГПУ, вып. 6(57), серия естественные и точные науки, 2006. С. 54-60.
11. Сварацкий Я.И. Экологическое состояние территории кустовой площадки №7 Кошильской площади Вахского нефтяного месторождения. /Я.И. Сварацкий, В.А. Базавлук// Сборник докладов VIII Всероссийской научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина «Творчество юных - шаг в будущее» по теме «Проблемы геоэкологии и устойчивого развития в XXI веке. Экология человека и планеты» 23-27 ноября г. Томск, С. 484-486.
12. L.I. Inisheva, A.A.Zemtsov, S.M. Novikov. Vasyugan Mire. Natural Conditions, Structure and functioning. Tomsk: Tomsk State Pedagogical University Press. - 2011. – 160 p.
13. Sebacher A., Harris R.S., Burtlett K. et al. // Tellus S. 1986. V. 38. P. 1-10.

**ХВОСТЫ УГЛЕБОГАЩЕНИЯ КАК ИСТОЧНИК СЫРЬЯ ДЛЯ ЭНЕРГОГЕНЕРИРУЮЩИХ  
ПРЕДПРИЯТИЙ**

**И.П. Сверчков**

Научный руководитель профессор М.А. Пашкевич

**Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия**

В результате накопления отходов углеобогащения усугубляется экологическая обстановка в угледобывающих регионах, а также безвозвратно теряются миллионы тонн потенциального минерального сырья. Складирование отходов горного производства сопровождается изъятием земель лесохозяйственного и сельскохозяйственного назначения, преобразованием рельефа [4], загрязнением приземного слоя атмосферного воздуха, а также подземных и поверхностных вод [2].

Уровень технического прогресса на современном этапе развития позволяет расширить сферу использования и увеличить объемы переработки отходов угольной промышленности. В районах добычи и переработки угля такие отходы могут стать сырьем для получения дешевой энергии.

В данной работе представлены результаты исследований техногенных массивов, расположенных на территории угледобывающего и углеперерабатывающего предприятия, сложенных шламами углеобогащения.

Согласно проекту нормативов образования отходов, ежегодно на обогатительной фабрике предприятия ежегодно образуется свыше 800 тысяч тонн угольных отходов. Они представляют собой обводненную мелкодисперсную смесь углей различных марок и пустой породы.

Целью проведенных исследований являлся выбор и обоснование экономически эффективного и экологически обоснованного способа утилизации отходов обогащения рассматриваемого предприятия для снижения их негативного воздействия на компоненты природной среды. Для этого был выполнен анализ существующих способов утилизации отходов углеобогащения, которые сводятся к использованию шламов в качестве топлива (пиролиз, брикетирование, получение водоугольного топлива) [3].

В случае отходов обогатительной фабрики предприятия, применение пиролиза осложнено тем, что в их составе содержатся угли разной степени метаморфизма. При одной и той же температуре, стадии разложения углей разной степени метаморфизма будут различны. В результате чего будут получены продукты, имеющие разный химический состав. Это осложнит дальнейшее их использование [5].

Применение брикетирования осложнено высокой обводненностью отходов (свыше 40%). Чтобы использовать этот способ, необходимо предварительное удаление влаги, что потребует высоких энергетических затрат.

На сегодняшний день одним из наиболее перспективных способов утилизации отходов углеобогащения является их переработка в водоугольное топливо с дальнейшим сжиганием. При таком использовании значения таких характеристик как влажность и степень метаморфизма углей не является определяющим. К тому же использование такого метода утилизации отходов по сравнению с вышеперечисленными, позволяет снизить при сжигании выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух [1].

В 2014 году с хвостохранилища предприятия были отобраны пробы отходов углеобогащения и проведены лабораторные исследования полученных проб на предмет возможности использования отходов в качестве сырья для получения топлива.

В ходе проводимых испытаний были определены следующие параметры: зольность, удельная теплота сгорания, содержание основных топливных элементов, содержание основных минеральных элементов;

Среднее значение зольности на сухое состояние в анализируемых пробах угольных шламов составляет 29,61% на сухое состояние.

Значение нижней удельной теплоты сгорания определялось при помощи бомбового калориметра. Для объединенной пробы отходов это значение составило 18,5 МДж/кг.

Анализ содержания основных топливных элементов проводился при помощи термохимических методов анализа. Результаты анализа основных топливных элементов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты определения основных топливных элементов, %

Проба	C	H	N	S
1	58,256	3,534	1,487	0,397
2	64,801	3,493	1,575	0,389
3	60,424	3,624	1,538	0,326
4	58,803	3,796	1,530	0,319
5	57,483	3,723	1,407	0,419
Ср. знач	59,953±2,609	3,634±0,113	1,507±0,057	0,370±0,040

Содержание компонентов зольного остатка определялось при помощи рентгенофлуоресцентного анализа. Результаты анализа отражающее содержания основных зольных элементов в оксидной форме представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты анализа шламов углеобогащения, %

Проба	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	BaO	Другое
1	14,59	8,90	4,29	2,57	2,27	3,71
2	12,31	7,05	3,87	1,92	2,20	2,39
3	13,77	8,27	2,73	2,33	2,14	4,85
4	16,97	7,61	2,34	3,04	1,84	3,75
5	15,81	8,18	3,25	2,79	2,12	4,82
Ср. знач	14,69±1,61	8,00±0,63	3,30±0,71	2,53±0,39	2,11±0,15	3,90±0,90

Гранулометрический состав отходов определялся при помощи лазерного анализатора гранулометрического состава. Распределение содержания частиц по крупности в исходной пробе представлено на рисунке 2.



Рис. 2 Распределение содержания частиц по их размерам

На основании полученных данных можно сделать вывод что благодаря высокому содержанию углерода, водорода, азота и относительно высоким значениям удельной теплоты сгорания, а также низкой зольности и содержанию серы, отходы имеют высокий потенциал как сырьё для получения водоугольного топлива. Помимо этого, частицы отходов имеют небольшие размеры, что позволяет их измельчать в мельницах мокрого помола без предварительного дробления.

Таким образом, отходы углеобогащения при получении из них водоугольного топлива могут заменить традиционное горючее, что позволит сократить техногенную нагрузку на компоненты природной среды: уменьшить выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, снизить уровень загрязнения почв и подземных вод.

Литература

1. Баранова М.П., Екатеринчев В.М. Возможность использования вторичных ресурсов в технологии получения топливных водоугольных суспензий // Ползуновский вестник. 2011. № 2/1. С. 235-238.
2. Мурко В.И. Научные основы процессов получения и эффективного применения водоугольных суспензий: Дис. на соиск. уч. ст. докт. техн. наук. Москва, 1999. 350 с.
3. Осинцев К.В. Исследование факельного сжигания водоугольных суспензий в топках энергетических котлов // Теплоэнергетика. 2012. №6. С. 21-27.
4. Редкие элементы в углях Кузнецкого бассейна / Арбузов С.И. [и др.]. - Кемерово: «Кемеровский полиграфкомбинат», 1999. 248 с.
5. Русьянова Н.Д. Углекислотная среда. М.: Наука, 2003. 316 с.

**МОНИТОРИНГ СОДЕРЖАНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПОЧВАХ РАСПРЕДЕЛЕННОГО  
ФОНДА НЕДР ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА-ЮГРЫ**

**Д.А. Селиванова**

**Автономное учреждение Ханты-Мансийского автономного округа - Югры «Научно-аналитический центр рационального недропользования им. В.И. Шпильмана»,  
г. Тюмень, Россия**

Нефть и нефтепродукты являются основными загрязнителями почв при добыче и транспортировке углеводородного сырья.

Уровень загрязнения почв является отражением комплекса факторов: интенсивности нефтедобычи, соблюдения природоохранных регламентов, показателей аварийности и уровня экологического контроля [1].

Постановлением Правительства ХМАО - Югры от 23.12.2011 N 485-п (ред. от 21.03.2014) "О системе наблюдения за состоянием окружающей среды в границах лицензионных участков на право пользования недрами с целью добычи нефти и газа на территории Ханты-Мансийского автономного округа - Югры и признании утратившими силу некоторых постановлений Правительства Ханты-Мансийского автономного округа - Югры" силами недропользователей недр округа предусмотрен экологический мониторинг углеводородов и других загрязняющих веществ.

В соответствии с Постановлением Правительства ХМАО - Югры от 14.01.2011 г. № 5-п «О требованиях к разработке планов по предупреждению и ликвидации разливов нефти, нефтепродуктов, газового конденсата, подтоварной воды на территории Ханты-Мансийского автономного округа - Югры» на территории лицензионных участков округа проводятся природоохранные и природовосстановительные мероприятия.

Для определения содержания углеводородов (нефтепродуктов) в почвогрунтах в 2009-2014 гг. использовалась методика инфракрасной спектрометрии, и значительно реже применялся флуориметрический метод (в последние три года только единичные замеры были сделаны с использованием флуориметрии).

Данные о среднегодовом содержании углеводородов (нефтепродуктов) в почвенных пробах за период 2009-2014 гг., значениях фоновых показателей, количестве и процентном соотношении измерений с превышением фона представлены в таблице.

**Таблица 1**

**Содержание углеводородов (нефтепродуктов) в почвенных пробах, 2009-2014гг.**

Год	Кол-во измерений	Минимум	Максимум	Среднее	Среднее фоновое содержание (Сф)	Кратность Сф	Кол-во измерений > Сф	%	Кол-во измерений ≤ Сф	%
2009	1542	0,09	19625	424,9	511,4	0,83	330	21,4	1212	78,6
2010	1523	0,06	7066	325,2	350,6	0,93	335	22	1188	78,0
2011	1159	0,12	9864	385,3	421,5	0,91	213	18,4	946	81,6
2012	1353	2,5	306116	542,9	284	1,91	215	15,9	1138	84,1
2013	1321	1,6	10580	378,0	378	1,00	303	22,9	1018	77,1
2014	1533	0,25	93058,3	392,6	272,8	1,44	382	24,9	1151	75,1

Содержание нефтепродуктов в почве зависит не только от уровня загрязнения, но и от свойств самой почвы. Как правило, содержание нефтепродуктов повышено в торфяных почвах и зависит от общего количества органического вещества. Принято считать, что почвы являются загрязненными, если концентрации нефтепродуктов достигают величин, при которых в природных комплексах возникают негативные экологические сдвиги, и они не могут вообще (или достаточно долгое время) сами справиться с загрязнением. Однако величина ПДК нефтепродуктов в почвах на общероссийском уровне не установлена. Поэтому для оценки экологического состояния применялись показатели фонового содержания, то есть концентрации в незагрязненных почвах, удаленных от источников потенциального воздействия.

Как показывают результаты обобщения, среднее за год содержание нефтепродуктов в почвах лицензионных участков ХМАО-Югры значительно изменяется год от года. Максимальное значение было отмечено в 2012 году (542,9 мг/кг), минимальное - в 2010 г. (325,2 мг/кг). В 2014 г. уровень нефтезагрязнения был относительно невысок, среднее значение по данным определения 1533 проб составило 392,6 мг/кг. Существенно изменяются по годам показатели содержания нефтепродуктов в фоновых, незагрязненных почвах - от 272,8 до 511,4 мг/кг. Характерно, что уровень фона изменяется без выраженной тенденции - рост сменяется падением, за которым опять идет рост и т.д. В отчетном 2014 году фоновый уровень был минимальным за рассматриваемый период наблюдений (рис.1). Ежегодные изменения фонового уровня нефтепродуктов в почвах говорят, прежде всего, о различиях в условиях опробования, поскольку техногенные факторы не могут привести к столь существенной и разнонаправленной погодичной динамике вне зон прямого воздействия. С большой долей вероятности можно предположить, что в те годы, когда наблюдался повышенный уровень фона, были отобраны и проанализированы преимущественно органометные (торфяные) почвы, в которых содержание нефтепродуктов выше, чем в минеральных.

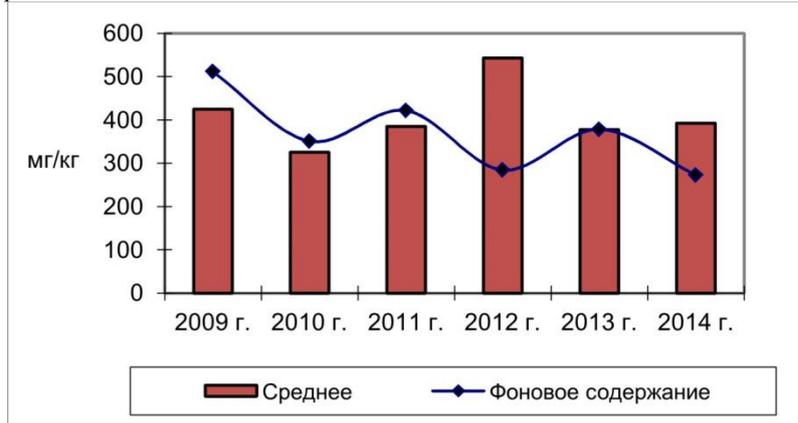


Рис. 1. Содержание углеводородов (нефтепродуктов) в почвах, 2009-2014гг.

Доля измерений, результаты которых превышают фоновые показатели, и таким образом, могут индцировать техногенное влияние, варьирует в небольшом диапазоне, от 15,9 до 24,9%. Необходимо обратить внимание на тот факт, что в 2014 г. доля проб с превышением фонового уровня была максимальной и составила 24,9% (табл.1).

Помимо данных о содержании нефтепродуктов в фоновых условиях для анализа экологической ситуации использовались градации, приведенные в «Методических рекомендациях по выявлению деградированных и загрязненных земель», утвержденных Минприроды РФ, Роскомземом и Минсельхозпродом РФ (2008 г.) Согласно этому документу, содержание нефтепродуктов в почвах до 1000 мг/кг относится к 1-му (допустимому) уровню загрязнения; от 1000 до 2000 мг/кг - ко 2-му (низкому) уровню загрязнения; от 2000 до 3000 мг/кг - к 3-му (среднему); от 3000 до 5000 мг/кг - к 4 (высокому); более 5000 мг/кг - к 5-му (очень высокому) уровню загрязнения. Распределение концентраций нефтепродуктов в период 2009-2014 гг. по указанным градациям приведено в табл.2.

Таблица 2

Доля проб (%) с различным уровнем нефтяного загрязнения почв (Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель)

Уровень загрязнения	2009 год	2010 год	2011 год	2012 год	2013 год	2014 год
допустимый (<1000 мг/кг)	89,2	90,5	88,5	95,5	89,3	92,6
низкий (1000-2000 мг/кг)	6,0	6,8	7,2	3,3	7,0	4,9
средний (2000-3000 мг/кг)	2,8	1,8	2,8	0,6	2,1	1,3
высокий (3000-5000 мг/кг)	1,2	0,7	0,7	0,3	1,1	0,7
очень высокий (>5000 мг/кг)	0,8	0,3	0,8	0,4	0,5	0,5

Как видно из таблицы 2, большинство измерений свидетельствуют об отсутствии нефтяного загрязнения. Доля проб с содержанием нефтепродуктов менее 1000 мг/кг изменяется от 88,5 % в 2011 году до 95,5 % в 2012 году. В 2014 году допустимый уровень нефтепродуктов в почве наблюдался в 92,6 % проб. Низкий уровень загрязнения (1000-2000 мг/кг) выявлен в 2014 году в 4,9 % почвенных образцов, в предыдущее пятилетие наблюдалось варьирование от 3,3 до 7,2%. Средний уровень загрязнения (2000-3000 мг/кг) наблюдался в 2014 г. реже (в 1,3 % проб), еще реже наблюдается высокий и очень высокий уровень загрязнения - 0,7 и 0,5% проб соответственно.

Таким образом, почвы округа относятся преимущественно к категории «допустимого загрязнения» нефтепродуктами (концентрация <1000 мг/кг). В 2014 году, по сравнению с предыдущим пятилетним периодом, нефтяное загрязнение было на среднем уровне, только в 2012 г. доля незагрязненных проб была выше.

В 2014 году, по сравнению с предыдущим пятилетним периодом, нефтяное загрязнение было на среднем уровне, только в 2012 г. доля незагрязненных проб была выше. 92,6% проанализированных проб имеют «допустимый» уровень содержания нефтепродуктов (<1000 мг/кг).

#### Литература

1. Московченко Д.В. Экогеохимия нефтегазодобывающих районов Западной Сибири. - Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2013. - С. 235.

### К МЕТОДИКЕ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ

Т.С. Семченко

Научный руководитель доцент, к.г.-м.н. С.Г. Выборов  
Донецкий национальный технический университет, Донецк

Спектр решаемых геохимическими методами задач постоянно расширяется. Разработанные методики геохимических поисков месторождений полезных ископаемых адаптируются для решения прикладных экологических задач, в частности, по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха, почв, донных отложений, растительного покрова, поверхностных и подземных вод [1-7].

В экологии широкое распространение получили методики выделения и картирования моноэлементных и полиэлементных техногенных аномалий - ореолов загрязнения. Эти карты позволяют оценить пространственные параметры ореолов, интенсивность и масштабы загрязнения, а в процессе регулярных наблюдений дают возможность определить временную динамику процесса загрязнения, на основании которой осуществлять прогноз его развития. При этом необходимо признать, что в экологии геохимические методы не используются в необходимом объеме. Опыт применения геохимических методов пока не нашел отражения в ведомственных утвержденных нормативно-методических документах, регламентирующих их применение. Поэтому методической основой оценок воздействий и мониторинговых исследований служат документы 80-х годов прошлого века. Они регламентируют методики оценок степени опасности загрязнения почв [3, 6, 7].

Для комплексной оценки качества почв, донных отложений, растительного покрова применяют геохимические показатели. Такими широко применяемыми показателями являются коэффициент концентрации химического вещества -  $K_c$  и суммарный показатель загрязнения -  $Z_c$  [6] и суммарный показатель концентрации (СПК) [7]. Данные геохимические показатели разработаны для оценки степени загрязнения токсичными элементами. Оценка степени опасности загрязнения почв комплексом элементов по показателю  $Z_c$  проводится по оценочной шкале, градации которой разработаны на основе изучения состояния здоровья населения, проживающего на территориях с различным уровнем загрязнения почв.

Данные аддитивные показатели просты в применении и на практике позволяют выделять комплексные аномальные ореолы, исследовать их внутреннее строение и пространственно-временную динамику. Однако, несмотря на позитивный опыт применения комплексных показателей для оценки степени загрязнения почв, очевидным является их зависимость от количества анализируемых элементов [5].

В качестве объективного оценочного критерия степени загрязнения почв автором применяется комплексный показатель аномальности (КПА) [7]. Комплексная оценка загрязнения почв данным геохимическим показателем является статистически обоснованной и не зависит от количества используемых в расчетах элементов. Выделение аномальных ореолов загрязнения осуществляется при помощи дисперсии распределения элементов, которая в данном случае является мерой рассеивания коэффициентов концентраций элементов вокруг их средней величины в пределах одной пробы по формуле:

$$S_{Kc}^2 = \frac{1}{n-1} * \sum_{i=1}^n (Kc_i - \overline{Kc})^2, (1)$$

где  $S_{Kc}^2$  - дисперсия распределения коэффициентов концентрации элементов в пределах одной пробы;  $n$  - количество включенных в расчет элементов;  $Kc_i$  - коэффициент концентрации  $i$ -го элемента в пределах пробы;  $\overline{Kc}$  - среднее значение коэффициента концентрации элементов в пределах одной пробы. Данный показатель обозначается как комплексный показатель аномальности (КПА).

На основе результатов сравнительной оценки состояния почв показателями  $Z_c$  и КПА и, опираясь на существующую градацию суммарной степени загрязнения показателем  $Z_c$ , была установлена градация степени загрязнения почв для показателя КПА [7]. Так значения КПА менее 12 ед. соответствуют допустимой степени загрязнения, 12-64 ед. - умеренно опасной степени загрязнения, 64-1125 ед. - опасной степени загрязнения и более 1225 ед. - чрезвычайно опасной степени загрязнения.

Рассмотрим на наглядном примере, как оценивают степень загрязнения почв комплексные показатели  $Z_c$ , СПК и КПА при различном распределении элементов, их коэффициентов концентраций (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1

Пример расчета комплексных показателей оценки степени опасности загрязнения почв по унифицированным данным четырех проб

№ проб	Cu	Mn	Zn	Pb	Co	Ni	Cd	Cr	Mo	As	Hg	Se	Bi	Sb	V	U	Th	Zc	СПК	КПА
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
2	2	2	1,5	1,5	2	1,5	2	2	2	1,5	2	2	2	2	2	2	2	16	15	0,05
3	1	1	1	1	1	1	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	9	4,76
4	1	1	1	1	1	1	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	19	21,24

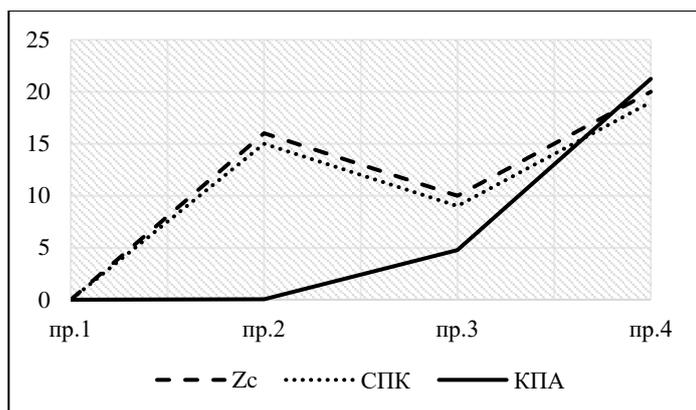


Рис. 1 Графики распределения комплексных показателей степени загрязнения почв в исследуемых пробах

В первой пробе *Kc* всех элементов равны единице, при этом значения всех оценочных комплексных показателей равны нулю, что характеризует идеальное геохимическое поле распределения анализируемых химических элементов.

Во второй пробе *Kc* всех элементов находятся на уровне 1,5-2 ед. При подобном равномерном привносе большой группы элементов показатели *Zc* и *СПК* резко возрастают (*Zc*=16 ед., *СПК*=15 ед.), а *КПА* реагирует слабо - равен 0,05 ед. В данном случае геохимическое поле по *Kc* и *КПА* характеризуется как минимально

аномальное, хотя показателями *Zc* и *СПК* устанавливается умеренно-опасная степень загрязнения.

В третьей пробе устанавливается значительное увеличение концентрации лишь одного элемента - кадмия, концентрации остальных элементов находятся на уровне фона, что вызывает резкий рост *КПА* и резкое снижение показателей *Zc* и *СПК* (рис. 1).

В четвертой пробе отмечается дальнейший рост концентрации кадмия до 20 ед. геофона при фоновых значениях концентраций для остальных элементов. В этом случае отмечается резкий рост всех комплексных показателей. При этом степень загрязнения почв по *Zc*, *СПК* и *КПА* оценивается одинаково, как умеренно-опасная.

Этот пример устанавливают некоторые различия в оценках показателей *Zc*, *СПК* и *КПА*. Общепринятый показатель *Zc* не всегда объективно оценивает степень опасности загрязнения, одинаково реагирует как на равномерный рост *Kc* всех элементов, так и на значительный привнос одного из них, что, очевидно, более опасно. *КПА*, наоборот, слабо реагирует на незначительные колебания геохимического поля, хотя фиксирует их, но резко возрастает в связи с привносом одного или нескольких элементов.

Несмотря на очевидные различия в оценках, опыт одновременного изучения ореолов загрязнения при помощи *Zc* и *КПА* показал относительно высокую сходимость результатов. Ореолы загрязнения выделяются и тем, и другим показателем, однако морфология ореолов, их пространственная приуроченность, позиция эпицентров загрязнения часто различаются.

При расширении спектра элементов, вовлеченных в расчет, эти различия возрастают. Показатель *Zc* по отмеченным выше причинам здесь проигрывает, объективность его оценок резко снижается. Хотя не вызывает сомнения, что чем больший спектр элементов вовлечен в расчет, тем достоверней будут результаты экологических оценок. *КПА*, в отличие от *Zc*, не просто суммирует коэффициенты концентраций элементов в пределах пробы, а оценивает неравномерность распределения коэффициентов концентрации элементов вокруг среднего их значения и, таким образом, позволяет оценить степень нарушения первичного геохимического поля, которая зависит от интенсивности загрязнения почв, то есть от привноса нетипичных для почв элементов. При этом, чем больший спектр элементов вовлекается в расчет *КПА*, тем выше достоверность и объективность результатов получаемых оценок степени загрязнения. При существующей практике оценок степени загрязнения почв, когда в расчетах участвуют 10-15 элементов или их соединений отмечается достаточно высокая сходимость результатов, полученных при расчете этих двух показателей, что не отвергает использование широко применяемого показателя *Zc* особенно при анализе ограниченного спектра элементов.

#### Литература

1. Алексеев В.А. Экологическая геохимия. - М.: Логос, 2000. - 627 с.
2. Волкова Т.П., Попова Ю.С., Омельченко А.А. Эколого-геохимическая характеристика особенностей накопления химических элементов в почвах Приазовья // Наукові праці ДонНТУ, серія гірничо-геологічна, 2005, вип. 96, с. 84-91.

3. Володин Д.Ф., Яковлев В.А., Почтаренко В.И. и др. Временные методические рекомендации по проведению геолого-экологических исследований при геологоразведочных работах (для условий Украины). - К., Главное координационно-геологическое управление «Укргеология», 1990. - 87с.
4. Выборов С.Г., Быстров И.И. Опыт использования комплексного показателя нарушенности геохимического поля при прогнозировании оруденения // Известия вузов. Геология и разведка. 1990, №4. - 102-110.
5. Выборов С. Г. Семченко Т.С. Опыт применения нового комплексного геохимического показателя для оценок степени загрязнения компонентов геологической среды Геоэкологические проблемы углепромышленных территорий. Сборник трудов научной конференции с международным участием: Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2015. - С. 105-118.
6. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами. - М.: Минздрав СССР, 1987.
7. Саэт Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. и др. Геохимия окружающей среды. - М.: Недра, 1990. - 335 с.

## **НОВЫЕ ПОДХОДЫ В СОРБЦИОННОЙ ОЧИСТКЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ CU (II) И ZN (II): ПРИМЕНЕНИЕ НАНОМАТЕРИАЛОВ**

**Ю.В. Силантьева, Э.Д. Мирхайдарова, Г.В. Шагаргазина**

Научный руководитель доцент Р.Р. Ильясова

**ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», г. Уфа, Россия**

Предприятия тяжелой промышленности (металлургия, машиностроение, химическая промышленность и др.) играют важную роль в экономике России. По состоянию на 2017 год, удельный вес различных отраслей тяжелой индустрии составил более половины объема всего промышленного производства.

Несмотря на это, часто деятельность таких предприятий сопровождается загрязнением окружающей среды. Например, интенсивная разработка месторождений полезных ископаемых сопряжена с выносом из мест естественного залегания и перераспределением в окружающей среде огромного количества соединений тяжелых металлов [1]. Также следует отметить, что соединения тяжелых металлов могут попадать в окружающую среду с недоочищенными сточными водами, газообразными отходами промышленных предприятий, аккумулироваться в организме живых существ, приводя к возникновению различных патологий. Особенно опасно превышение содержания соединений тяжелых металлов, в частности, таких, как меди и цинка, для рабочих, связанных с предприятиями добычи и переработки полезных ископаемых при недостаточном соблюдении правил и техники безопасности работы на таких предприятиях.

В малых количествах медь является незаменимым микроэлементом для растений, активно участвуя в процессах дыхания, транспорта железа и др [3]. В то же время при концентрациях, незначительно превышающих оптимальные, она становится токсичной для всего живого. Ее токсическое воздействие связано с активизацией процессов свободно-радикального окисления органических молекул в клетке, вследствие которых нарушаются структура и проницаемость клеточных мембран, функционирование электрон-транспортных цепей дыхания, а также ферментов, участвующих в метаболизме углеводов и синтезе белков. В ряду устойчивости металл-лигандных комплексов комплексы с Cu (II) занимают первое место, что характеризует ионы меди высшим уровнем токсичности. С учетом высоких объемов мировой добычи (итоги 9 месяцев 2017 года свидетельствуют о росте производства и потребления меди на 3%) [4] медь становится самым опасным загрязнителем биоты.

С биологической точки зрения цинк является биологически необходимым элементом. Вместе с медью и свинцом цинк занимает первое место среди рассеянных элементов по интенсивности поглощения биотой морей и океанов. В производственных условиях, при наличии высоких температур, в воздухе может присутствовать ядовитый оксид цинка. Предельно допустимые нормы оксида цинка в воздухе - 0,005 мг /л, меди - до 1 мг/л. Предельно допустимые нормы соединений меди в питьевой воде до 1 мг /л, цинка - до 5 мг/л.

При воздействии медно-цинковой пыли (вдыхание воздуха, попадание в пищу) рабочие жалуются на раздражительность, бессонницу, снижение памяти, потливость по ночам, ухудшение слуха, шум в ушах, желудочно-кишечное расстройство; кашель после 2-3 лет работы. При этом медь и цинк обладают высоким кумулятивным, мутагенным и онкогенным эффектами даже при незначительных концентрациях содержания их в воздухе. В частности, среди шведских горняков, добывающих медь и цинк, наблюдается повышенная смертность от рака легких [5]. Экспериментами на животных показано, что воздействие медно-цинковой колчеданной руды (Учалинское месторождение Республики Башкортостан) происходит хроническая интоксикация: достаточно быстрое негативное влияние на состав крови, нарушение функции почек.

Целью данной работы явилось изучение возможности очистки промышленных сточных вод от ионов меди и цинка с использованием сорбционного метода очистки и новых сорбентов на основе наноматериалов. Для изучения свойств исследуемых материалов использованы методы фотометрии, атомно-абсорбционного анализа, инфракрасной спектроскопии, дифференциального термического анализа, рентгеновского дифракционного анализа.

Известно, что для очистки промышленных сточных вод от ионов тяжелых металлов широко используются различные методы: механические, химические, биологические, физико-химические и др.

Физико-химические методы очистки сточных вод по сравнению с остальными имеют ряд существенных преимуществ: возможность удаления из сточных вод токсичных, биохимически неокисляемых органических загрязнений; достигается более глубокая и стабильная степень очистки; меньшие размеры сооружений; меньшая чувствительность к изменениям нагрузок; возможность полной автоматизации; более глубокая изученность кинетики некоторых процессов, а также вопросов моделирования, математического описания и оптимизации, что

важно для правильного выбора и расчета аппаратуры; методы не связаны с контролем над деятельностью живых организмов; возможность рекуперации различных веществ.

К физико-химическим методам относятся и сорбционные методы, которые широко применяют для глубокой очистки сточных вод от растворенных органических и неорганических веществ после биохимической очистки, а также в локальных установках, если эти вещества биологически не разлагаются или являются сильно токсичными. Достоинством сорбционного метода также является возможность очистки сточных вод, содержащих несколько веществ. Эффективность сорбционной очистки зависит от химической природы сорбента, величины сорбционной поверхности и ее доступности, от химического строения вещества и его состояния в растворе. [2].

Необходимость очистки больших объемов воды предъявляет определенные требования к сорбентам - они должны быть дешевыми и обладать высокими сорбционными характеристиками при температурах, близких к температурам окружающей среды. К сожалению, современные сорбенты не всегда сорбционно эффективны. В этой области существуют и такие проблемы, как, отсутствие надежных способов регенерации сорбентов, ресурсосберегающих экологизированных технологий очистки, способов утилизации тяжелых металлов из отходов.

В последние годы в связи с развитием нанотехнологий большие ожидания в области решения экологических задач связывают с применением и развитием методов получения и применения различных сорбентов в виде наночастиц, в том числе, наночастиц оксида железа (III) и пероксида кальция. Поэтому изучение сорбционных свойств новых современных материалов является весьма перспективным.

Весьма привлекательным для использования в качестве сорбента ионов тяжелых металлов, является гетит  $\alpha$ -FeOОН (синтезирован искусственно и встречается в природе в виде минералов), также синтезирован и пероксид кальция CaO<sub>2</sub>. Оба вещества привлекают внимание исследователей и технологов возможностью использования их в виде высокодисперсных частиц для очистки сточных вод в связи с безопасностью для окружающей среды и экономичностью.

Гетит - гидратированная форма оксида железа (III) с общей формулой - FeOОН [6]. Кристаллизуется в ромбической системе. Химический состав, в основном, это Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 90%, H<sub>2</sub>O - 10%. Твердость по шкале Мооса - 5,5,5 г/см<sup>3</sup>. Плотность - 4,0 - 4,3 г/см<sup>3</sup>. Молекулярный вес - 88,85 г/моль.

Методик синтеза гетита и пероксида кальция в литературе достаточно.

В настоящей работе методика синтеза наночастиц гетита основана на приведенной в литературных источниках по неорганической химии реакции взаимодействия солей железа (III) с концентрированным аммиаком при нагревании. В качестве стабилизатора размера частиц наногетита впервые предложен гидротартрат калия KHC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub>. Размер частиц наногетита при этом составил от 10 до 50 нм и оставался таким длительное время - до нескольких недель. (Растворимость в воде KHC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub>: 69 г/л при 100 °С).

Методика синтеза CaO<sub>2</sub> заключалась во взаимодействии сухой гашёной извести и 50%-ного водного раствора пероксида водорода при комнатной температуре. Измерениями установлено, что размер частиц синтезированного пероксида кальция находился в интервале от 79 нм до 71 мкм.

Все дальнейшие исследования проводились на данных сорбентах. При этом решались следующие задачи:

- Установление оптимальных условий сорбционного концентрирования для исследуемых катионов наночастицами гетита и пероксида кальция.

- Проведение сравнительного анализа значений сорбционного извлечения  $R\%$  в зависимости от природы сорбентов.

Согласно проведенным исследованиям, оптимальными условиями проведения сорбции катионов явились следующие:

частицами пероксида кальция: температура - 30 °С; время установления сорбционного равновесия - 10 минут; рН процесса - 6,2-6,3; масса сорбента - 1,5 г;

частицами гетита температура - 30 °С; время установления сорбционного равновесия - 30 минут; рН процесса - 6,2; масса сорбента - 1 г.

Эффективность сорбции ионов исследовали по измерению степени извлечения  $R$  (%) по формуле:

$$R = [C_0 - C / C_0] \times 100\%$$

где  $C_0$  - концентрация определяемого соединения в водном растворе до сорбции (исходная), (моль/л);

$C$  - концентрация в растворе после сорбции (равновесная), (моль/л) [7, 8]

При этом максимальные значения степеней извлечения ионов  $R\%$  составили:

Частицами пероксида кальция: Cu (II) - 90 %, Zn (II) - 96 %.

Частицами гетита: Cu (II) - 93 %, Zn (II) - 92 %.

Полученные значения степеней извлечения в обоих случаях свидетельствуют о высокой степени очистки воды от ионов Cu (II), Zn (II).

Таким образом, установленное оптимальное значение температуры сорбции в 30°С позволяет проводить сорбцию ионов металлов без существенных затрат энергии на поддержание температуры процесса, а оптимальные значения рН в интервале 6,1-6,2 упрощает проведение процесса сорбции ионов указанных металлов. Результатом сорбции является очищенная вода и шлам в виде порошка, содержащий окислы железа, пероксид кальция и ионы осажденных металлов. Этот шлам достаточно легко переработать с использованием хорошо известных методов металлургии.

#### Литература

1. Абдрахманов Р.Ф. Гидроэкология Башкортостана. - Уфа: Информреклама. 2005, - 344 с.

2. Ильясова Р.Р., Гайнетдинова Ю.М., Массалимов И.А., Мустафин А.Г. Изучение сорбционных свойств наночастиц железосодержащего сорбента по отношению к ионам тяжелых металлов // Химическая физика. 2017, - Т.36, - № 8, - С. 90-93.
3. Петрова И.К., Мустафин Р.И. Группа веществ, изолируемых минерализацией («металлические» яды»). - Казань. 2013, - 500 с.
4. Показатели мирового рынка меди [Электронный ресурс] URL: [http://www.ugmk.com/analytics/surveys\\_major\\_markets/copper/](http://www.ugmk.com/analytics/surveys_major_markets/copper/)
5. Токсичность цинка и его соединений [Электронный ресурс] URL: <http://markmet.ru/tehnika-bezopasnosti-v-metallurgii/toksichnost-tsinka-i-ego-soedinenii>
6. Слепов Т.А. Морфология сталактитоподобных образований гётита из Байкальского месторождения. Труды Минералогического музея АН СССР. Новые данные о минералах. - М.: Наука, 2006, вып. 25, с. 205-210.
7. Шовенский В.Н. Лабораторный практикум по общей и биофизической химии. - М.: Наука, - 2008, 200 с.
8. Яковлев А.И. Физическая и коллоидная химия. - М.: Высшая школа, 2004, - 400 с.

## **РОЛЬ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ**

**М. Скрипник**

Научный руководитель д.б.н., профессор Барановская Н.В.

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет*

Экологическая картина промышленных городов и примыкающих к ним территорий является одной из главных проблем современности. Для того, чтобы понять суть проблемы, важно знать не только элементный состав загрязнений, но и структуру распределения очагов, установление источников вредных воздействий, размеры зон их влияния на население, т. к. большинство патологических процессов в организме человека вызывается дисбалансом химических элементов [7].

Химический гомеостаз является необходимой функцией любого живого организма для сохранения здоровья. А избыточный или недостаточный уровень содержания химических элементов в окружающей этот организм среде может являться показателем, как состояния здоровья, так и характеристикой экологического неблагополучия этой среды. В качестве маркера экологического неблагополучия и нарушения химического гомеостаза выступают биосубстраты, способные аккумулировать химические элементы, которые поступают в организм с питьевой водой, пищей, воздухом [3-6, 8].

Биосубстратом может являться как весь живой организм, так и его отдельные органы, ткани и клетки. Доказано, что клетки любого живого организма состоят, в той или иной доле, из воды, которая обладает особыми физиологическими функциями [14].

На долю воды, находящейся в живых организмах, приходится 0,0003% от объема гидросферы. В литературе такую воду очень часто называют биологической водой (жидкостью) и ее содержание в живых организмах колеблется в весьма широком диапазоне: от 3 и менее % массы в костях до 92% от живой массы в крови. Общее количество воды в организме взрослого человека составляет 30-50 л, то есть около 60% его массы при весе в 60 - 70 кг [10]. Роберт Питтс со ссылкой на работу Скелтена [14], датированную 1927 годом, приводил данные о ее распределении на организм человека, весом 70 кг: жировая ткань - 10%, скелет - 22%, печень - 68,3%, мышца - 75,6%, мозг - 74,8%, кровь - 83,0 % [13].

Также следует отметить, что, не смотря на огромную физиологическую роль воды в организме человека и длительную историю исследований, ее химический состав изучен слабо, за исключением отдельных элементов, активно участвующих в электролитном обмене - таких, как натрий, кальций, хлор, калий и некоторые другие [16]. В специальной медицинской и биологической литературе можно встретить данные по этим и некоторым другим ионам, но их набор крайне ограничен, даже для макроэлементов, не говоря уже о микро - и ультрамикроэлементах, физиологическая роль которых в живом организме, в том числе человеке, чрезвычайно велика [2].

Такая же ситуация наблюдается для животных и других живых организмов. В некоторых случаях изучен водный баланс отдельных представителей сельскохозяйственных животных, таких как кур, овец, свиней [1].

Известно, что общее содержание воды в теле животных колеблется от 50 до 80 % живой массы и изменяется с возрастом. У свиньи домашней, например, при рождении он равен 80 %, а в возрасте 90 дней - уже 46%. Органы и ткани животных по содержанию в них воды делят на три группы: бедные водой (жировая, костная ткани), умеренно богатые (мышцы, печень, кровь) и очень богатые (серое вещество мозга, лимфа, эластичная ткань и др.). При этом, анализируя содержание химических элементов в жидкости, выделенной из отдельных органов и тканей, большинство авторов, как правило, ограничиваются лишь некоторыми биологически значимыми химическими элементами, исключив из поля зрения огромное количество микро и ультрамикроэлементов, роль которых может оказаться весомой в физиологических процессах.

Доказано, что в своем химическом составе кровь млекопитающих, как соединительная ткань, на 80% состоящая из воды, влияет на микроэлементный состав органов вне зависимости от пола и возраста животного [15], и показывает степень проявленности техногенеза на территории проживания живых организмов [9]. Такие биологические жидкости как плазма крови, спинномозговая жидкость, содержащие в своём составе большое количество воды используются в качестве биомаркера [10-12].

Именно поэтому важно понимать, что наряду с физиологическими функциями элементный состав биологической воды имеет огромные экологические функции, т.к. отражает изменения внешней среды и состояние здоровья организма.

Литература

1. Барановская Н.В. Очерки геохимии человека: монография / Н.В. Барановская, Л.П. Рихванов, Т.Н. Игнатова и др. - Томск: Дельтоплан, 2015. - 378 с.
2. Кухта В.К., Морозкина Т.С., Олецкий Э.И., Таганович А.Д. Биологическая химия. М.: Асар, Бином, 2008. 688 с.
3. Ревич Б.А. Химические элементы в волосах человека как индикатор воздействия производственной и окружающей среды // Гигиена и санитария. 1990. № 3. - С. 55-59.
4. Сидоренко Г.И., Можаяев Е.А. Санитарное состояние окружающей среды и здоровье населения. М.: Медицина, 1987
5. Скальный В.В., Некрасов В.И., Мясников И.О. Элементный статус работников ОАО «Северсталь» // Микроэлементы в медицине. - 2006. - Т. 7, Вып. 2. - С.47-51
6. Судаков К.В. Физиология человека: Атлас динамических систем / Андрианов В.В., Вагин Ю.Е., Киселев И.И. - М.: ГЭОТАР - Медиа, 2009. - 416с
7. Чайка В.К., Демина Т.Н., Долгошапко О.Н., Батман Ю.А., Мещерякова А.В.. Диагностика, лечение и профилактика нарушений минерального обмена у женщин. Киев, 2007. - 37с.
8. Юдина Т.В., Гильденскиольд Р.С., Егорова М.В. Определение тяжелых металлов в волосах. // Гигиена и санитария. - 1988. - №2.-С.50 - 52.
9. Antje Kakuschke, Simone Griesel Essential and Toxic Elements in Blood Samples of Harbor Seals (*Phoca vitulina*) from the Islands Helgoland (North Sea) and Anholt (Baltic Sea): A Comparison Study with Urbanized Areas // Archives of Environmental Contamination and Toxicology. 2016. №70. С. 67-74.
10. K. Maduraya, J. Moodleyb, C. Soobramoneya, R. Moodleyc, T. Naickera Elemental analysis of serum and hair from pre-eclamptic South African women // Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. 2017. S. 1-7.
11. Keaton S. Nahana, Kyle B. Walshb, Opeolu Adeoyeb, Julio A. Landero-Figueroa The metal and metalloprotein profile of human plasma as biomarkers for stroke diagnosis // Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. 2017. №42. S. 81-91.
12. Marco Vincetia, Tommaso Filippinia, Jessica Mandriolic, Federica Viola, Annalisa Bargellinia, Jennifer Weuveb, Nicola Finic, Peter Grilld, Bernhard Michalkeda Lead, cadmium and mercury in cerebrospinal fluid and risk of amyotrophic lateral sclerosis: A case-control study // Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. 2016. №41. S. 1-5.
13. Pitts R.F. Physiology of the kidney and body fluids. Second edition. 1968.-266 p.
14. Skelton, H.: The storage of water by various tissues of the body, Arch. Int. Med. 40:140, 1927.
15. T. Orct, J. Jurasović, V. Micek, D. Karaica, I. Sabolić Macro- and microelements in the rat liver, kidneys, and brain tissues; sex differences and effect of blood removal by perfusion in vivo // Trace Elements in Medicine and Biology. 2017. №40. С. 104-111
16. Watson P.E., Watson I.D., Batt R.D. Total body water volumes for adult males and females estimated from simple anthropometric measurements // The American journal of Clinical Nutrition - № 33, 1980 - P.27-39.

**ИССЛЕДОВАНИЕ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА  
РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ) МЕТОДОМ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ  
М.П. Собакина, В.В. Портнягина**

Научный руководитель – директор Горного института Б.Н. Заровняев  
**Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, Горный институт,  
Научно-образовательный центр "Геотехнологии Севера имени М.Д. Новопашина",  
г. Якутск, Россия**

Основное количество запасов россыпных месторождений золота Республики Саха (Якутия) сосредоточено в Южной зоне, где, начиная с 1950-х годов и до настоящего времени, проводится добыча россыпного золота. Воздействие горного производства на окружающую среду и природные ресурсы носит многоплановый, длительный и комплексный характер. Под воздействием этих факторов происходят изменения рельефа местности, механические повреждения и уничтожение почвенного покрова, видовое изменение и уничтожение растительных сообществ, изменение гидрографической сети, изменения морфодинамического режима рек, изменения русел и водотоков, создание пойм и т.д. [4]. За 70 лет разработки россыпных месторождений Республики Саха (Якутия) нарушено земель свыше 150 тыс. га при ежегодном приросте 3-4 тыс. га, а восстановлено не более 2 % площади нарушенных земель [3]. При существующей технологии ведения вскрышных работ рекультивация нарушенных земель производится отдельно и требует дополнительных затрат на ее проведение, что привело к тенденции накопления нарушенных земель [1]. Поскольку эта проблема весьма актуальна, необходимо оценить геоэкологическое состояние зон техногенного воздействия Южной зоны РС (Я), чтобы разработать мероприятия по снижению воздействия на окружающую среду. В данной работе предпринята попытка оценить геоэкологическое состояние зон техногенного воздействия Южной экономической зоны РС (Я) с помощью современной измерительной системы наземного лазерного сканирования «LeicaHDS 8800» путем высокоточных определений объемов отвалов при открытой добыче золота и сравнения с проектными решениями месторождения.

Осенью 2017 года нами были проведены полевые исследования в Алданском и Нерюнгринском районах с помощью современной измерительной системы наземного лазерного сканирования «Leica HDS 8800». Технология наземного лазерного сканирования позволяет повысить качество определения объемов за счет высокой плотности и точности получения пространственных координат поверхности горных пород и достичь погрешности их определения в пределах 0,5%. При этом время, затрачиваемое на съемочные работы, сокращается в десятки раз [2]. Такое детальное описание неправильных фигур, какими являются отвалы, позволяет специальному программному обеспечению выстроить геометрическую модель во всех подробностях, а значит -

## СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.

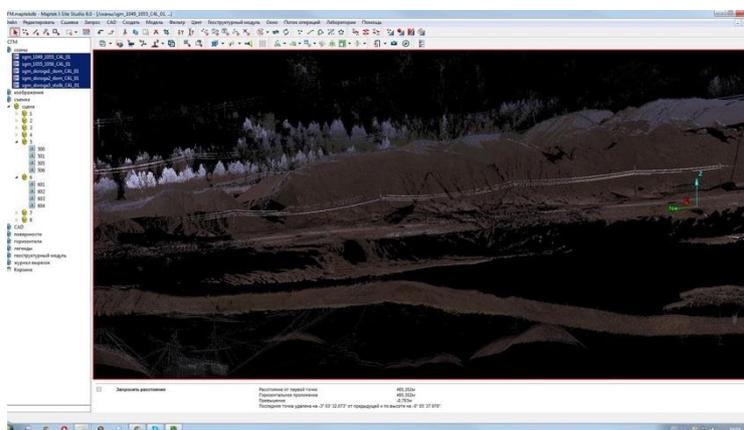
точно провести подсчет. В то время как при тахеометрической съемке определение объемов материалов определяется с точностью не выше 5-10%. Кроме того, основным ограничением при проведении работ с применением тахеометров является низкая скорость измерений и физическая невозможность детальной съемки больших объемов. При таком методе измерения съёмка отвалов выполняется только по характерным контурным точкам, расчёт объёма производится по формулам геометрически правильных тел, угол отвала принимается за постоянный. Также имеется ещё один недостаток при съёмке тахеометром: при насыпке отвала необходимо соблюдать форму геометрического тела, следить за однородностью распределения породы, высотой насыпки и т.д.

Измерительной системой наземного лазерного сканирования «Leica HDS 8800» нами были отсняты отвалы участка россыпного месторождения золота и с помощью программного обеспечения Maptek I-Site Studio 6.0 определены объемы отвалов. Полученные данные были сопоставлены с проектными решениями месторождений (рис 1).



**Рис 1 Внешний вид объекта съемки**

Сканирование отвалов производилось с 5 позиций. Перед началом съемки намечаются позиции установок сканера относительно снимаемого объекта из расчета охвата съемкой возможно большей части поверхности отвалообразований. В результате сканирования поверхности отвалов получаем точечную модель с пространственными координатами (рис. 2).



**Рис.2 Результат сканирования - точечная модель**

Основные этапы камеральной обработки следующие: сшивка сканов, контроль качества сшивки, визуальный осмотр и удаление "случайных помех", построение триангуляционной поверхности и расчёт объёма.

Сшивка произведена по характерным точкам - метод скорый, не требующий установки марок. Удаление "случайных помех" выполнялось вручную и на выходе получилось очищенное "облако точек" отвалов.

Далее была построена нерегулярная триангуляционная сеть, которая и моделирует собой поверхность отвалов (рис. 3). Расчёт объёмов производится автоматически.

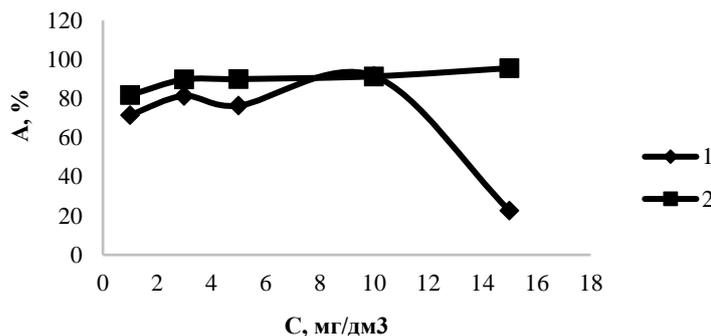


выделение сероводорода даже при подщелачивании растворов. Кроме того, отстаивание сульфидов меди не дает достаточно полного и надежного осаждения сульфидов этого металла, поскольку образуются коллоидные растворы.

Известно, что ферроцианиды тяжелых металлов имеют очень низкую растворимость [7], поэтому было предложено использовать ферроцианид калия как осадитель для удаления ионов меди из исследуемых растворов.

Целью данной работы является изучение особенностей очистки СВ от тяжелых металлов методами осаждения с использованием ферроцианида калия и водорастворимого полиэлектролита.

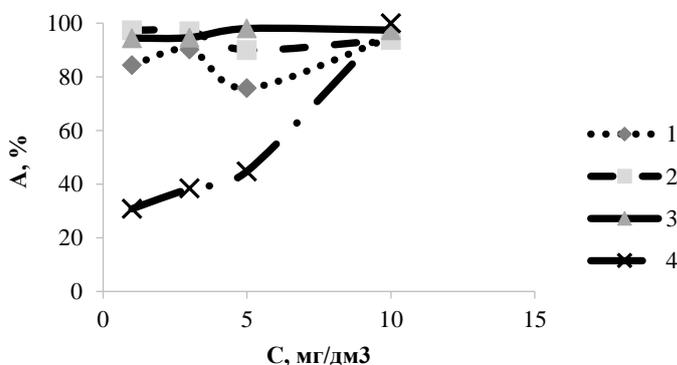
Суть эксперимента заключалась в следующем. Рабочие растворы готовили на водопроводной воде г. Киева при концентрации основных катионов, мг/дм<sup>3</sup>: Na<sup>+</sup> - 19,8; K<sup>+</sup> - 4,4; Ca<sup>2+</sup> - 68,1; Mg<sup>2+</sup> - 11,2, а также на дистиллированной воде. Концентрация добавленного сульфата меди (II) составляла 5 мг/дм<sup>3</sup>, концентрации раствора ферроцианида калия находились в диапазоне от 1 до 15 мг/дм. Пробы перемешивали, отстаивали в течение двух часов, фильтровали на фильтре «синяя лента» и измеряли остаточные концентрации меди (II). Результаты представлены на рис. 1.



**Рис.1** Зависимость степени очистки растворов от ионов  $Cu^{2+}$  ферроцианидом калия  
1 - модельные растворы, приготовленные на дистиллированной воде;  
2 - модельные растворы, приготовленные на водопроводной воде

При использовании данного метода остаточные концентрации меди значительно превышают уровни ПДК. В то же время степень очистки модельных растворов, приготовленных на дистиллированной воде, уменьшался с увеличением концентрации ферроцианида калия. Известно, что избыток  $[Fe(CN)_6]^{4-}$  способствует образованию устойчивых зелей ферроцианидов [8]. Этот процесс объясняется адсорбцией высокозарядных ионов  $[Fe(CN)_6]^{4-}$  на поверхности частиц золя, в результате чего последние получают отрицательный заряд, который препятствует коагуляции. При проведении осаждения меди с модельных растворов, приготовленных на водопроводной воде, было выявлено, что степень очистки практически не зависит от концентрации добавленного реагента, то есть увеличение содержания растворов способствовало коагуляции коллоидных частиц ферроцианида меди, тем самым повышало степень очистки растворов.

Для улучшения седиментационных свойств полученной твердой фазы использовали раствор катионного флокулянта Zetag-7547. К 150 см<sup>3</sup> раствора сульфата меди с концентрацией 5 мг/дм<sup>3</sup> добавляли раствор ферроцианида калия с концентрациями 1-5 мг/дм<sup>3</sup>, оставляли образцы пробы на 2 часа с периодическим перемешиванием; после чего вводили флокулянт с концентрациями 1, 3, 5, 10 мг/дм<sup>3</sup>, выдерживали растворы еще 30 мин. Для удаления малорастворимого комплекса пробы фильтровали через бумажный фильтр «синяя лента» и определяли остаточную концентрацию ионов меди фотоколориметрически с диэтилдитиокарбаматом натрия.



**Рис. 2** Эффективность извлечения ионов меди фильтрацией при использовании ферроцианида калия и полиэлектролита Zetag - 7547  
1 - концентрация  $K_4Fe(CN)_6$  - 5 мг/дм<sup>3</sup>; 2 - концентрация  $K_4Fe(CN)_6$  - 7 мг/дм<sup>3</sup>; 3 - концентрация  $K_4Fe(CN)_6$  - 10 мг/дм<sup>3</sup>; 4 - концентрация  $K_4Fe(CN)_6$  - 15 мг/дм<sup>3</sup>.

Результаты исследований представлены на рис. 2. Как видно из рис. 2, при увеличении дозы  $K_4[Fe(CN)_6]$  степень очистки воды снижается. При концентрации ферроцианида калия  $15 \text{ мг/дм}^3$  происходит образование зелей ферроцианидов и  $Cu^{2+}$  переходит в раствор. На основе лабораторных исследований были найдены оптимальные соотношения реагентов фероцианид калия: полиэлектролит. Эффективность извлечения ионов меди возрастает при соотношении фероцианид: полиэлектролит 5:3; 5:5; 7:5. Максимальная степень очистки составила 98%. В целом флокуляция обеспечивает повышение степени извлечения ионов меди на 10 - 30%.

Таким образом, на основе лабораторных исследований химических взаимодействий в системе «ион меди - фероцианид - флокулянт» установлена возможность использования метода комплексобразования / флокуляции для очистки вод, загрязненных ионами меди. Для этого были определены оптимальные условия применения метода комплексобразования / флокуляции для очистки сточных вод от ионов  $Cu$  (II). Установлено, что при соблюдении оптимальных условий проведения процесса степень очистки достигает 98%.

#### Литература

1. Гальванические покрытия в машиностроении. Справочник в 2-х томах / Под ред. М.А. Шлугера, Л.Д. Тока. - М.: Машиностроение, 1985. - Т 2. 1985. - 248 с.
2. Трохименко Г.Г. Захист водойм від забруднення іонами міді при скиді промислових стічних вод / Г.Г. Трохименко, І.М. Трус, М.Д. Гомеля // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідраліки. - 2016. - № 26. - С. 138-147.
3. Сидоренко І.С., Мельниченко Є.В., Трус І.М., Гомеля М.Д. Очищення стічних вод від іонів міді // X Всеукраїнська студентська науково-технічна конференція "Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання"(25-26 квітня 2017 р.). - Тернопіль. - 2017. - С. 222.
4. Сидоренко І.С., Трус І.М., Мельниченко Є.В., Гомеля М.Д., Терещенко О.М. Вплив рН на процес вилучення іонів міді з водних розчинів // VIII Міжнародна науково-технічна конференція «Хімія та сучасні технології» (26-28 квітня 2017 р.). - м. Дніпро. - 2017. - С. 27-28.
5. Сидоренко І.С., Трус І.М., Мельниченко Є.В., Гомеля М.Д., Терещенко О.М. Видалення міді з води методом флокуляції // Матеріали XIII міжнародної науково-технічної конференції „АВІА-2015” (19-21 квітня 2017 року). - м. Київ. - 2017. - С. 27.104-27.106
6. Коган Б.И. Современные методы очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов / Коган Б.И. - М: Цветметинформация, 1975 - 38 с.
7. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии / Лурье Ю.Ю. - [5-е изд.] - М.: Химия, 1979. - 480 с.
8. Химия ферроцианидов / [Тананаев И.В., Сейфер Г.Б., Харитонов Ю.А. и др.] - М.: Наука, 1961. - 320 с.

## ОПЫТНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ РТУТИ В ЛИСТЬЯХ ТОПОЛЯ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

Е.М. Турсуналиева

Научные руководители профессор Л.П. Рихванов, доцент Д.В. Юсупов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Ртуть и её соединения в настоящее время являются одними из самых опасных загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду. Это связано с рядом её токсикологических и геохимических свойств: вредным воздействием на живые организмы, высокой подвижностью в компонентах природной среды [5].

Род тополь повсеместно используется в озеленительных насаждениях в жилых и промышленных зонах городов умеренного пояса. Листья тополя - эффективный природный фильтр приземного атмосферного воздуха. Благодаря большой площади листовой поверхности, особому морфологическому и анатомическому строению, листья тополя являются сезонным планшетом накопителем макро- и микроэлементов, газообразных и взвешенных атмосферных выпадений, могут являться объектом исследования в биогеохимическом мониторинге окружающей среды на урбанизированных территориях [3-4].

В этой работе рассмотрен ряд опытно-методических и экспериментальных исследований, направленных на изучение содержания ртути в листе тополя, как биогеохимическом индикаторе ртутного загрязнения в городах: 1) установление основного пути поглощения ртути листьями из внешней среды (наземно-воздушной или почвы); 2) изменение концентрации ртути в листьях в зависимости от сезона года; 3) влияние условий подготовки проб (промывание водой) к анализу на содержание ртути в листьях; 4) определение видовой специфичности листьев тополя к аккумуляции ртути; 5) выявление характера распределения ртути по высоте кроны дерева вблизи промышленного источника выбросов ртути в атмосферу.

С целью оценки относительного вклада корневого и атмосферного пути поглощения ртути листьями тополя группа ученых из Франции провела модельный эксперимент [6]. Черенки тополя высаживали в загрязнённый ртутью и чистый субстрат. Так же, черенки тополя были посажены в чистый субстрат, но помещены в закрытую камеру с загрязненным парами ртути воздухом. Эксперимент длился 45 дней. В результате опыта доказано, что ртуть аккумулируется в листьях тополя исключительно из атмосферного воздуха.

В.П. Зволинский и др. [2] установили существенные отличия в концентрации ртути в листьях тополя черного (*Populus nigra L.*), отобранных весной и осенью. Исследования проведены на территории г. Астрахани. Максимальная концентрация ртути наблюдалась осенью и была сосредоточена в периферийной части у верхушки листовой пластины, а минимальная - весной, у основания листа (черешка).

В эксперименте Ю.Э. Аксеновой [1] участвовали мытые и немытые листья тополя бальзамического (*Populus balsamifera L.*), отобранные на 11 оживленных перекрестках г. Томска. Пробы делили на две части: одну часть отобранного материала без обработки водой сушили при комнатной температуре, а другую часть отмывали в проточной, затем дистиллированной воде, отжимали и сушили при таких же условиях. После высушивания обе части проб анализировали на ртуть. Разница в результатах анализа ртути между мытыми и немытыми пробами составила в среднем 10%, что указывает на её аккумуляцию в основном внутри листьев.

Нами проведено несколько натуральных экспериментов по оценке содержания ртути в листьях тополя. Анализ содержания ртути проводился атомно-абсорбционным методом на анализаторе «РА-915+» с приставкой «ПИРО-915+». Для построения и контроля стабильности градуированных характеристик при определении массовой доли ртути в сухой массе листьев тополя на данной установке использовали стандартный образец состава листа березы ЛБ-1 (ГСО 8923-2007). Ошибка определения содержания ртути не превысила 10%.

Один из экспериментов демонстрирует динамику ежемесячного изменения концентрации ртути в листьях тополя черного. Пробы отобраны 20 числа каждого месяца с июня по октябрь в 2016 г. с одного дерева на нижней террасе Лагерного сада в г. Томске. Наибольшее накопление ртути в листьях тополя наблюдалось в сентябре до наступления фазы окрашивания листьев, затем содержание ртути резко падало. В октябре, в период листопада содержание ртути в желтых и пожелавших листьях относительно сентября снизилось на 40% (рис. 1, А).

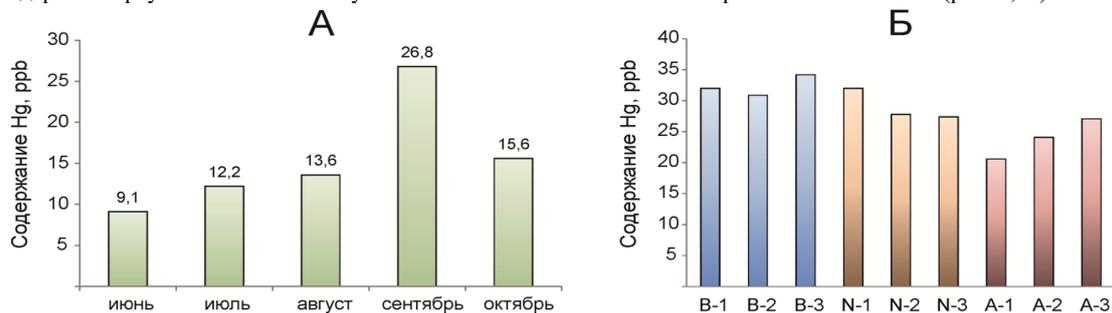


Рис.1 Содержание ртути в сухой массе листьев тополя черного по месяцам на территории Лагерного сада (А) и различных видов тополя (Б): В - бальзамического, N - черного, А - белого (1, 2, 3 - повторности одновременного отбора проб с трех рядом стоящих деревьев каждого вида) на территории Университетской рощи в г. Томске

Задача другого эксперимента заключалась в решении вопроса - допустимо ли использовать пробы листьев разных видов тополя при одновременном отборе для анализа ртути. В августе 2016 г. в Университетской роще ТГУ отобраны листья трех видов тополя: бальзамического (*P. balsamifera L.*), черного (*P. nigra L.*) и белого (*P. alba L.*), произрастающих на близком расстоянии друг от друга. Образцы листьев тополя первых двух видов отобраны с нижних веток на высоте 1,5 - 2 м от земли. Листья с тополя белого отбирали с помощью телескопического секатора на высоте около 3 - 4 метров над землей, так как ниже ветви на дереве отсутствовали. Все образцы отобраны в один день в трех повторностях с близко стоящих деревьев каждого вида. На рисунке 1, Б представлены результаты этого эксперимента. Содержание ртути в листьях тополя бальзамического и черного находится примерно на одном уровне с разницей в пределах аналитической ошибки, тогда как в листьях тополя белого оно в среднем в 1,3 раза ниже. Исходя из результатов выше описанного эксперимента, можно сделать вывод о том, что использование разных видов тополя при единовременном опробовании на ртуть допустимо без введения поправочных коэффициентов, но при обязательном соблюдении равных условий пробоотбора.

В сентябре 2017 г. на территории Калининского района г. Новосибирска проведен эксперимент с целью выявления характера распределения содержания Hg в листьях тополя по высоте кроны дерева, произрастающего в эпицентре биогеохимического ореола ртути, выявленного нами ранее в зоне влияния Новосибирского завода химконцентратов [3-4]. Образцы листьев отобраны на высоте 2 - 15 метров с интервалом отбора 1 м с помощью автовышки с западной и восточной стороны кроны отдельно стоящего тополя по адресу ул. Объединения, д. 102. Всего отобрано 28 образцов (по 14 с каждой стороны). Результаты эксперимента представлены на рисунке 2.

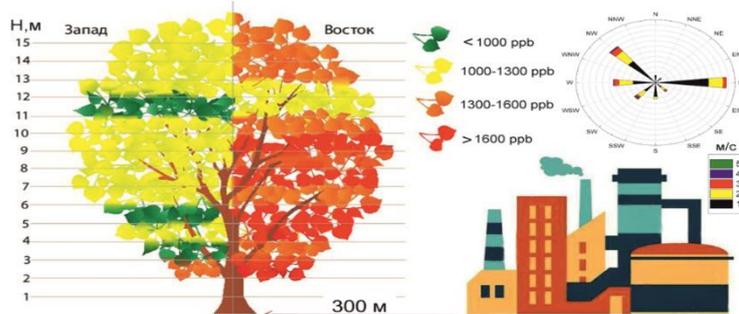


Рис. 2 Распределение концентрации ртути в листьях по высоте кроны тополя бальзамического вблизи Новосибирского завода химконцентратов. Сверху справа - летняя роза ветров (2017)

На рисунке 2 хорошо видна разница в содержании ртути в листьях тополя по латерали кроны. С восточной (навстречной) стороны концентрация Hg в листьях в среднем в 1,5 раза выше, чем с западной. Четкой зависимости по вертикали кроны не выявлено. Однако важно отметить, что содержание ртути в листьях на самом нижнем уровне 2 - 3 м с обеих сторон приблизительно одинаково высоко. Таким образом, учет стороны кроны при отборе образцов листьев с отдельно стоящих деревьев существенно не влияет на содержание ртути в пробе.

Проведенный обзор литературных и собственных данных, полученных опытным и экспериментальным путём, представляется нам исключительно важным для анализа ртути в листьях тополя на этапах отбора образцов, пробоподготовки и интерпретации результатов исследования.

#### Литература

1. Аксёнова Ю.Э. Оценка влияния автотранспорта на состояние атмосферного воздуха методом биогеохимической индикации // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XXI Международного симпозиума студ., аспирант. и молодых ученых. - Томск: Изд-во ТГУ, 2017. - Т. 1. - С. 684 - 686.
2. Зволинский В.П., Андрианов В.А., Ермакова Л.И., Булаткина Е.Г. Процесс загрязнения общей ртутью кроны деревьев и оценка её сезонного накопления на условно-чистой и урбанизированной территориях // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее образование, 2015. - № 3. - С. 26 - 29.
3. Турсуналиева Е.М. Наблюдение за содержанием ртути в листьях тополя бальзамического в зоне влияния Новосибирского завода химконцентратов // Экология России и сопредельных территорий: Материалы XXII Международной экологической студенческой конференции. - Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2017. - С. 32.
4. Юсупов Д.В., Ляпина Е.Е., Турсуналиева Е.М., Осипова В.В. Ртуть в листьях тополя на территории Калининской промышленной зоны г. Новосибирска // Экологические проблемы региона и пути их решения: Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, проводимой в рамках Сибирского экологического форума «Эко-ВООМ». - Омск: Литера, 2016. - С. 403 - 408.
5. Янин Е.П. Ртуть в окружающей среде промышленного города. - М.: ИМГРЭ, 1992. - 167 с.
6. Assad M., Parelle J., Cazaux D., Gimbert F., Chalot M., Tatin-Froux F. Mercury uptake into poplar leaves // Chemosphere, 2016. - № 146. - pp. 1-7.

## АНТРОПОГЕННЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ: КЛАССИФИКАЦИЯ И ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ

М.С. Федорский, И.А. Шаврин

Научный руководитель - к.г.-м.н., доцент А.П. Гусев

УО «Гомельский государственный университет им. Ф.Скорины, г. Гомель, Республика Беларусь»

Геологические процессы - это важный фактор, влияющий на жизнедеятельность людей, на состояние окружающей среды, на биосферу в целом. Технический прогресс приводит к постоянному усложнению технических систем, росту их энергонасыщенности и соответственно увеличению возможного ущерба при авариях, вызванных геологическими процессами [1,2,3].

По опасности последствий и величине ущерба геологические процессы делят на три группы: 1) катастрофические; 2) опасные; 3) неблагоприятные. **Катастрофические геологические процессы** - это процессы, которые вызывают разрушение природно-технических систем, представляют непосредственную угрозу для жизни человека. **Опасные геологические процессы** - это процессы, которые нарушают нормальное функционирование природно-технических систем, могут вызывать их аварии, которые в свою очередь, негативно влияют на человека. **Неблагоприятные геологические процессы** - это процессы, которые не представляют непосредственной угрозы для жизни и здоровья человека, но осложняют функционированием природно-технических систем. При этом геологические процессы могут быть как природными, так и техногенными или антропогенными [1,2]. Под последним понимают геологические процессы, прямо или косвенно связанные с деятельностью человека. Техногенные геологические процессы по отношению к данной природно-технической системе (ПТС) могут быть внешними и внутренними. Последние возникают в зоне влияния этой ПТС и прямо или косвенно обусловлены ее функционированием. Опасность конкретного геологического процесса обусловлена его экологическими последствиями [2]. Типичными экологическими последствиями этих процессов могут быть: загрязнение воздушного бассейна; загрязнение поверхностных вод; нарушение (разрушение) почвенного покрова; снижение плодородия почв; нарушение растительного покрова; повреждение транспортных коммуникаций, трубопровод; аварии газо- и нефтепроводов, вызывающие загрязнение окружающей среды; аварии хранилищ токсичных веществ, вызывающие загрязнение окружающей среды; нарушение устойчивости фундаментов зданий и сооружений; повреждение зданий и сооружений; ухудшение санитарно-гигиенических условий в помещениях; ухудшение качества окружающей среды; нанесение вреда здоровью человеческого населения.

Для каждого типа природно-технических систем характерен определенный набор геологических процессов, которые способны вызвать их аварии: трубопроводные ПТС - карст, термокарст, суффозия; автотранспортные ПТС - оползни, карст, суффозия; гидротехнические ПТС - землетрясения и т.д. В качестве примера рассмотрим геологические процессы, фиксирующиеся в пределах городской ПТС (жилая застройка на техногенных грунтах, 3-5 м мощностью).

В качестве примера рассмотрим геологические процессы, фиксирующиеся в пределах городской ПТС (жилая застройка на техногенных грунтах, 3-5 м мощностью). Объект исследований - массив техногенных грунтов «Мельников Луг» в пойме реки Сож, созданный в целях городского строительства в 1980-1990-х гг. В

## СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.

геологическом строении верхней части (до 10 м) геосреды принимают участие 2 генетико-возрастных типа отложений: техногенные отложения голоценового горизонта ( $t_{IV}$ ) и аллювиальные отложения пойм голоценового горизонта ( $a_{IV}$ ). Техногенные отложения представлены: намывными песками средней крупности (мощность - до 6 м); строительным мусором (мощность - до 1 м); насыпными супесчано-песчаными породами с гравием и щебнем (мощность - до 2 м). Намывной песок имеет коэффициент пористости 0,66-0,69; коэффициент фильтрации - 2,3-2,5 м/сут.; естественная влажность - 1,5-2,7%. Аллювиальные отложения поймы представлены торфом, суглинками заторфованными, песками средней крупности, песками мелкими, песками пылеватыми, супесями и суглинками.

*Таблица*

*Антропогенные геологические процессы и их экологические последствия в пределах городской ПТС  
(микрорайон «Мельников Луг» г. Гомеля)*

Процесс	Экологические последствия
Водная эрозия	Нарушение устойчивости фундаментов, разрушение почв
Гравитационные процессы	Повреждение полотна дорог
Подтопление и заболачивание	Деформация оснований и фундаментов сооружений, нарушение функционирования наземных и подземных коммуникаций, ухудшение санитарного состояния помещений
Осушение, понижение грунтовых вод	Снижение водности и эвтрофикация прудов и каналов
Засоление	Накопление токсичных солей в почвогрунтах
Эоловые процессы	Загрязнение воздушного бассейна пылью, рост запыленности воздуха
Суффозия, суффозионные процессы	Повреждение полотна дорог

До начала техногенного преобразования район исследований представлял собой пойменный ландшафт с плоским рельефом (абсолютные отметки - 118-120 м). Растительный покров был сформирован луговой и кустарниковой растительностью. Значительная часть территории была заболочена. Хозяйственное использование - сенокосение и пастбище скота. В 1980-х гг. формируются массивы техногенных грунтов, производится выемка торфа, вырываются котлованы для водоемов, создаются дренажные каналы [3,4]. Техногенным изменениям подверглась морфолитогенная основа пойменного ландшафта. В настоящее время практически вся территории - техногенные формы рельефа

Были зафиксированы следующие геологические процессы: водная эрозия (линейная, плоскостная); гравитационные процессы (крип, оползни); подтопление и заболачивание; засоление почвогрунтов; эоловые процессы (дефляция); суффозия, суффозионные провалы; антропогенный литогенез. Ряд процессов индицируется по фитоиндикаторам [5]. Так, например, тростниковые заросли указывают на подтопленные территории, сильноразреженный покров ксерофитных растений - на эоловые формы, сообщества рудеральных однолетников - на свежесформированные промоины.

В табл. 1 указаны наиболее вероятные для городской ПТС экологические последствия, которые могут быть вызваны антропогенными геологическими процессами. Так, например, потенциальными экологическими последствиями потопления и заболачивания являются деформации оснований и фундаментов зданий, нарушение функционирования наземных и подземных коммуникаций, ухудшение санитарного состояния помещений. Негативное последствие суффозионных процессов - повреждение полотна дорог, провалы асфальта.

### Литература

1. Шеко А.И., Круподеров В.С. Оценка опасности и риска экзогенных геологических процессов // Геозология. - 1994. - №3. - С. 11-21.
2. Гусев А.П. Геозология: геозологические аспекты неблагоприятных и опасных природных и антропогенных процессов и явлений: практическое руководство. - Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2017. - 46 с.
3. Гусев А.П., Андрушко С.В. Ландшафтно-экологический анализ антропогенной динамики геосистем модельного района Волотова (Гомель) // Природные ресурсы, 2010. - №1. - С. 65-72.
4. Гусев А.П., Андрушко С.В. Геозологический анализ антропогенной эволюции геосистем (на примере города Гомеля) // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Естественные науки. - 2012. - №9 (128). - Вып. 19. - С. 173-179.
5. Гусев А.П. Фитоиндикаторы инженерно-геологических процессов на территории // Природные ресурсы, 2006. - №3. - С. 33-40.

**АДСОРБЦИОННОЕ РАВНОВЕСИЕ В СИСТЕМЕ «РТУТЬ (II) - БЕНТОНИТ»**

**Р.В. Фяйзуллина, Е.В. Кузнецов, Д.С. Салаватова**

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия*

Большое количество данных об отрицательном воздействии ртути на окружающую среду свидетельствует о необходимости очистки промышленных и сточных вод. При отсутствии контроля и надёжных защитных устройств она поступает в почву, поверхностные и подземные воды, донные осадки, оказывая крайне негативное воздействие на окружающую среду. В частности, поступающая в водную экосистему ртуть аккумулируется и трансформируется в каждом последующем звене пищевой цепи, достигая максимального содержания на её вершине. Анализ существующих в настоящее время методов очистки природных и сточных вод от тяжелых металлов показал, что одним из перспективных является сорбционный метод с использованием в качестве сорбентов природных неорганических материалов. Бентонитовые глины являются перспективным материалом для противомиграционных барьеров, благодаря своей набухаемости и сорбционной ёмкости. В настоящей работе мы даём количественную оценку сорбционной способности бентонитовой глины с перспективой очистки потенциальных сточных вод от ионов ртути (II).

Исследуемый образец бентонита (щелочной) принадлежит Асканскому месторождению (Грузия) палеогенового возраста и относится к гидротермально-метасоматическому типу. Описание и его состав подробно охарактеризованы в работе [2].

Лабораторные эксперименты проводились в статических условиях при температуре  $25,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$  и  $\text{pH}=3,2$ . Такое значение кислотности выбрано, исходя из анализа уже опубликованных работ по схожей тематике [1, 3, 4]. Навеска сорбента составила 0,01; 0,03; 0,1; 0,3; 1; 1,5 грамма на 30 мл раствора. Концентрация ионов ртути в исходном растворе составила 10 ppb. Отбор проб осуществлялся через ~168 часов. Все пробы фильтровались через мембрану «Владипор» типа МФАС-МА-6 (микропористый пленочный материал, изготовленный на основе смеси ацетатов целлюлозы с размером пор 0,3 мкм и общей пористостью 80-85%) с помощью шприц-насадок строго в тефлоновую посуду (бюксы PFA фирмы «VitLab») и анализировались в тот же день.

Определение ртути осуществлялось методом «холодного пара» с атомно-абсорбционным окончанием на универсальном комплексе ртутеметрическом УКР-1МЦ с приставкой ПАР-3м («ЭкОН, Москва»). В качестве восстановителя использовали 1%-ный раствор боргидрида натрия ( $\text{NaBH}_4$ ) в 1%-ном растворе щёлочи натрия ( $\text{NaOH}$ ). Концентрации ионов ртути, поглощенных адсорбентом, определяли по формуле:

$$\Gamma_i = \frac{(C_i - C) \cdot V}{m},$$

где  $\Gamma_i$  - величина адсорбции (нг/г);  $C_i$  и  $C$  - исходная и равновесная концентрации ионов металла в растворе (нг/мл);  $V$  - объем раствора (мл);  $m$  - масса адсорбента (г).

Анализ изотермы адсорбции даёт чёткое представление об особенностях процесса адсорбции, об эффективности выбранного сорбента и позволяет оценить целесообразность его применения для поглощения тех или иных загрязнителей. Для выбора адекватной модели, описывающей особенности изучаемой системы нами выбраны уравнения Ленгмюра и Фрейндлиха (табл. 1). Уравнение Ленгмюра, где  $\Gamma^\infty$  - максимальная адсорбционная ёмкость для данной навески сорбента (нг/г),  $K_L$  - энергетическая константа, связанная с теплотой адсорбции, широко используют для описания экспериментальных изотерм адсорбции, а его линейная форма удобна для анализа изотерм, полученных экспериментально. Уравнение Фрейндлиха хорошо описывает экспериментальные изотермы адсорбции в области средних заполнений в случае экспоненциального распределения неоднородностей поверхности адсорбента [4]: где  $K_F$  - константа Фрейндлиха,  $\frac{1}{n}$  - коэффициент неоднородности поверхности.

**Таблица 1**

**Уравнения изотерм адсорбции [6]**

Изотерма	Уравнение в нелинейной форме	Уравнение в линейной форме
Ленгмюра	$\Gamma_i = \Gamma^\infty \frac{K_L \cdot C}{1 + K_L \cdot C}$	$\frac{1}{\Gamma_i} = \frac{1}{\Gamma^\infty \cdot K_L} \cdot \frac{1}{C} + \frac{1}{\Gamma^\infty}$
Фрейндлиха	$\Gamma = K_F \cdot C^{\frac{1}{n}}$	$\ln \Gamma = \ln K_F + \frac{1}{n} \ln C$

Полученные нами результаты представлены в виде экспериментальных изотерм адсорбции и изотерм адсорбции, рассчитанных по вышеупомянутым уравнениям (табл. 1). Таким образом, была изучена равновесная адсорбция ртути из водных растворов (с  $\text{pH}=3,2$ ) на бентонитовой глине Асканского месторождения при температуре  $25,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ . Данные по адсорбции проанализированы с помощью уравнений Ленгмюра и Фрейндлиха. Для обеих изотерм определены характеристические параметры и соответствующие коэффициенты достоверности аппроксимации (табл. 2).

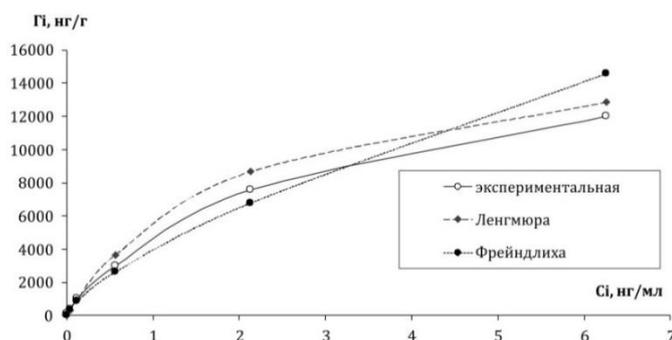


Рис. 1 Изотерма адсорбции, построенная по экспериментальным данным и изотермы адсорбции, рассчитанные по уравнениям Ленгмюра, Фрейндлиха

Таблица 2

Значения параметров изотерм, рассчитанных по двум различным моделям, а также коэффициенты корреляции ( $R^2$ )

	Изотерма	Параметр	Значение	$R^2$
Бентонит	Ленгмюра	$\Gamma^\infty$	17174	0,9971
		$K_L$	0,480	
	Фрейндлиха	$n$	1,405	0,9828
		$K_F$	3952	

Исходя из анализа полученных результатов, показано, что процесс адсорбции ртути (II) на выбранном природном материале хорошо описывается обоими уравнениями. Однако, следует отметить, что согласно величине  $R^2$ , уравнение Ленгмюра описывает процесс сорбции несколько лучше. Этот факт говорит о том, что поверхность бентонита эквипотенциальна и адсорбированные молекулы не взаимодействуют друг с другом. Полученные данные хорошо согласуются с результатами аналогичных экспериментов, описанных в работе [5]. Таким образом, бентонитовые глины могут использоваться для очистки загрязнённых вод от ионов ртути. Следует также отметить, что регенерация сорбента после его использования нерентабельна.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ №17-05-01055-а.

#### Литература

1. Белякова Л.А., Ляшенко Д.Ю., Швец А.Н. Конструирование центров адсорбции ртути (II) на поверхности высокодисперсного кремнезёма // Химия, физика и технология поверхности. - 2008. - Вып. 14. - С. 288-295.
2. Кулешова М.Л., Данченко Н.Н., Сергеев В.И., Шимко Т.Г., Малашенко З.П. Свойства бентонитов как материалов для создания сорбционных барьеров // Вестн. Моск. Ун-та. Сер. 4. Геология. - М., 2014. - №5. - С. 87-95.
3. Green-Ruiz C. Adsorption of Mercury (II) from Aqueous Solutions by the Clay Mineral Montmorillonite // Bull. Environ. Contam. Toxicol. - 2005. - No75. - P. 1137-1142.
4. Guerra D.L., Santos M.R.M.C., Airoldi C. Mercury Adsorption on Natural and Organofunctionalized Smectites - Thermodynamics of Cation Removal // J. Braz. Chem. Soc. - 2009. - Vol. 20. - No4. - P. 594-603.
5. Fiaizullina R., Makarova M., Abrosimova N. The Possibility of Wastewater Treatment of Heavy Metals by Natural Sorbents // Proceedings of 17th international multidisciplinary scientific geoconference SGEM 2017. - Vol. 52 of Soils, Forest ecosystems. - Sofia, Bulgaria, 2017. - P. 1027-1034.
6. Foo K.Y., Hameed B.H. Insights into the modeling of adsorption isotherm systems // Chem. Engin. J. - 2010. - No156. - P. 2-10.

**АКАДЕМГОРОДОК - САМАЯ ЧИСТАЯ ЧАСТЬ ГОРОДА ТОМСКА**

**И.А. Чалмова\***

Научные руководители: учитель М.А. Мосиец\*, доцент Н.М. Недоливко\*\*  
 \*Академический лицей, г. Томск; \*\*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Академгородок - это микрорайон в Советском районе, в восточной части г. Томска, окруженный лесами и расположенный на правом берегу р. Ушайки, которой он отделен от большинства других районов города.

Целью работы являются географические исследования в области экологического мониторинга воздушной среды г. Томска. В ходе работы решались следующие задачи: провести экологические исследования; по данным, полученным после мониторинга экологической обстановки районов города и Академгородка, составить сравнительный отчет о ситуации, происходящей в наше время; найти причины, по которым можно судить о различии между районом Академгородка и другими районами города; предложить возможные пути решения проблем загрязненности. Измерения проведены 10 марта 2018 г.

Для мониторинга было выбрано 9 точек наблюдения, расположенных в разных районах города Томска (рис. 1): Академгородок, ул. Елизаровых 93, ул. Балтийская, ул. Сибирская 102/2, переулок Нахановича 2, ул. 79 Гвардейской дивизии 24, ул. Пушкина 65/1, ул. Бела Куна 20/1, ул. Ивановского 20/1. В качестве инструментов контроля параметров окружающей среды были выбраны датчики кислорода, звука и температуры из цифровой лаборатории по географии. Выполнение аналитических работ осуществлялось согласно методикам, изложенным в Методическом пособии к цифровой лаборатории по географии [1]. Оценивалось процентное содержание кислорода, изменение температуры (°С) и шумовое загрязнение воздуха (дБА).

Содержание кислорода колеблется от 19,13% до 20,52%. По концентрации кислорода в воздухе г. Томска объекты исследования были разделены на три категории (таблица). К категории с высоким содержанием кислорода (более 20,45%) отнесены районы Академгородка, ул. Пушкина и ул. Ивановского. Умеренная концентрация кислорода (выше 20%) была отмечена на улицах Сибирской, 79 Гвардейской дивизии и Балтийской. Низким уровнем концентрации кислорода (менее 20%) отличились улицы Бела Куна, Елизаровых и переулок Нахановича.

Таблица

Состояние воздуха в г. Томске

Содержание кислорода в воздухе			Температура воздуха			Шумовое загрязнение		
Категория	Район	%	Категория	Район	°С	Категория	Район	дБА
Высокое	Академгородок	20,52	Повышенная	Пушкина	-5	Очень громко	Ивановского	158
	Пушкина	20,52		79 Гв. дивизии	-5		Нахановича	130
	Ивановского	20,47		Балтийская	-5		Елизаровых	113
Умеренное	Сибирская	20,43	Умеренная	Сибирская	-5,5	Приемлемо	Сибирская	73
	79 Гв. дивизии	20,33		Бела Куна	-6		Пушкина	71
	Балтийская	20,23		Нахановича	-6		Бела Куна	47
Низкое	Нахановича	19,77	Пониженная	Ивановского	-7	Тихо	79 Гв. дивизии	39
	Бела Куна	19,64		Елизаровых	-7		Академгородок	27
	Елизаровых	19,13		Академгородок	-8		Балтийская	20

Наиболее загрязненными (рис. 1, А) оказались центральные районы города, а также 4 микрорайон, где наиболее развита транспортная система. К чистым районам относятся окраины города, где разрежена транспортная сеть. С другой стороны, грязные районы расположены в низинной части города (с точки зрения рельефа), а более чистые - на возвышенностях.

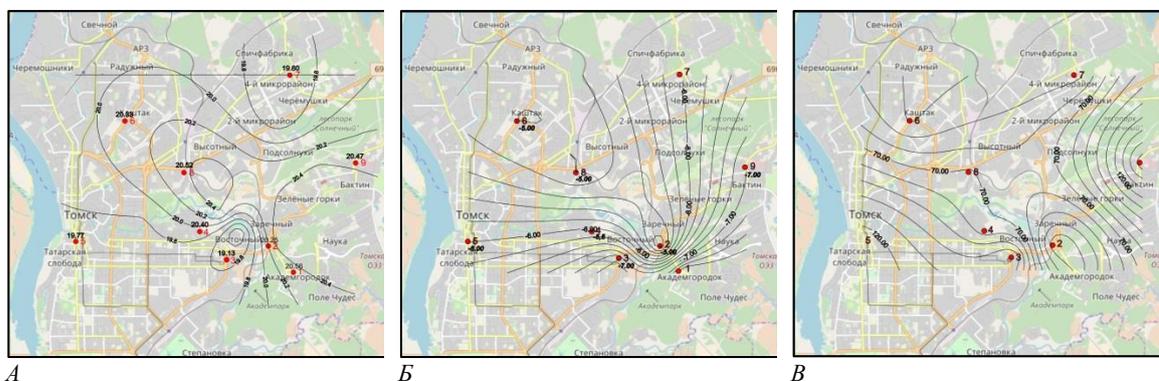
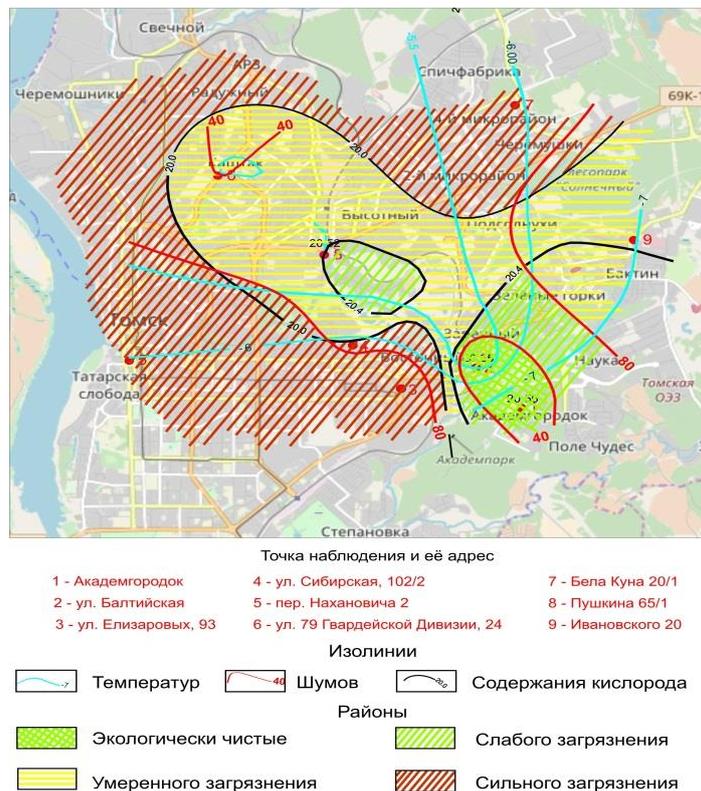


Рис. 1 Карты изменения содержания кислорода (А), температур (Б) и шума (В) в городе Томске 10 марта 2018 г.: 1 - Томский Академгородок; 2 - ул. Елизаровых 93; 3 - ул. Балтийская; 4 - ул. Сибирская 102/2; 5 - пер. Нахановича 2; 6 - ул. 79 Гвардейской дивизии 24; 7 - ул. Пушкина 65/1; 8 - ул. Бела Куна 20/1; 9 - ул. Ивановского 20/1

## СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.

Температура воздуха за время мониторинга изменялась в различных точках от  $-5$  до  $-8$  °С, колебания составили  $-3$  °С. Повышенные температуры ( $-5$  °С) воздуха отмечены на улицах Пушкина, 79 Гвардейской дивизии и Балтийской; умеренные температуры (от  $-5,5$  °С до  $-6$  °С) характерны для улиц Сибирской, Бела Куна и пер Нахановича, пониженные (от  $-7$  °С до  $-8$  °С) - для улиц Ивановского, Елизаровых и Академгородка. Характер распределения температур в некотором приближении напоминает характер распределения кислорода (рис. 1, Б). Наиболее теплый воздух отмечается в центральных частях города, а также в районе Каштака, т.е. в районах с наиболее развитой инфраструктурой и большой плотностью застройки. Более холодный воздух распространен на окраинах города и особенно характерен для возвышенных территорий, где более свободно циркулируют воздушные массы.



**Рис. 2. Карта экологического мониторинга воздуха в г. Томске**

Шумовое загрязнение находится в пределах 20-158 дБА. Согласно уровню шумового загрязнения, также выделено на три категории районов. На улицах Ивановского, Елизаровых и переулке Нахановича шумовое загрязнение превышает норму (80 дБА) практически в два раза. Приемлемый уровень шума наблюдается на улицах Сибирской, Пушкина и Бела Куна. К тихим районам относятся улицы Балтийская, 79 Гвардейской дивизии и Академгородок. По сравнению с другими показателями загрязнения воздушной среды, уровень шума (рис. 1, В) нельзя сравнить по признаку отдаленности районов от центра города. Наоборот, близкие, с точки зрения географии, районы могут совершенно отличаться друг от друга по акустическим данным. Однако в то же время это является наглядным примером большого скопления транспорта в отдельных участках г. Томска.

Суммируя результаты исследования по содержанию в воздухе г. Томска количества кислорода, теплового и шумового загрязнения, с учетом пограничных значений между категориями районов по различным типам загрязнения составлена карта Экологического мониторинга воздушной среды в г. Томске (рис. 2). Самым чистым районом по всем показателям оказался район Академгородка. Слабое загрязнение отмечено вблизи Академгородка (Зеленые горки и микрорайон Наука) и на улице Пушкина. Зона умеренного загрязнения протягивается субширотной полосой от района Каштака до Бактина. Центральная и северная части города находятся в зоне сильно загрязнения.

Одним из главных факторов загрязнения воздушной среды г. Томска по всем трем исследуемым показателям является транспорт: он создает шум на городских улицах, при переработке топлива в воздух выделяет тепло и множество загрязняющих веществ, оказывающих влияние на экологическую обстановку и климатообразующие факторы. Особенно пагубное воздействие на окружающую среду оказывают газы и шум двигателей транспортных средств, скопившихся на дорогах в пробках. Для решения проблемы загрязнения воздуха транспортными средствами в г. Томске можно предложить несколько вариантов. Во-первых, установить шумовую защиту на тех улицах, где это не будет мешать движению транспорта (например, на ул. Елизаровых); во-вторых, провести дополнительные посадки деревьев вдоль всех транспортных систем (в том числе и в центре города, где деревья убраны, и тротуары граничат с дорогами); в-третьих, заменить бензин на более экологически чистое (газ)

или альтернативное топливо; в-четвертых, в крупных организациях Томска пересмотреть графики и ввести временной сдвиг начала и окончания работ, чтобы избежать одновременного передвижения транспорта и скопления его в пробках в часы пик.

Литература

1. Смирнов И.А., Иванов А.В., Сазонов А.А. Методическое пособие к цифровой лаборатории «География». - М., . 2015. - 22 с.

**ОЧИСТКА РУДНИЧНЫХ ВОД ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ОТ МОЛИБДЕНА С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА**

**М.А. Чукаева**

Научный руководитель профессор М.А. Пашкевич

*Санкт-Петербургский Горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия*

Предприятие АО «Апатит» расположено в городе Кировске Мурманской области и является крупнейшим производителем апатит-нефелинового концентрата. Предприятие разрабатывает месторождения, приуроченные к Хибинскому горному массиву, четырьмя рудниками, открытым и подземным способом. Переработка руды осуществляется на двух обогатительных фабриках АНОФ-2 и АНОФ-3. Производственные объекты АО «Апатит» являются источником многофакторной экологической опасности для всех компонентов окружающей среды. Наибольшей техногенной нагрузке подвергаются природные водные объекты, расположенные в зоне воздействия предприятия.

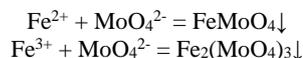
В настоящее время актуализируется проблема увеличения концентраций молибдена в водных объектах, находящихся в зоне воздействия АО «Апатит», значительно превышающих допустимые значения для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение (ПДК<sub>рх</sub>) [5, 6].

В результате проведенных мониторинговых исследований водных объектов установлено, что основным источником формирования техногенных гидрохимических аномалий являются рудничные воды, загрязнение которых молибденом происходит вследствие интенсификации процессов выщелачивания загрязняющих компонентов при отработке месторождений. Концентрация молибдена в рудничных водах увеличивается с ростом абсолютных отметок, обрабатываемых горизонтов. В водных объектах, формирующих качество вод вне зоны влияния производственной деятельности предприятия концентрация молибдена не превышала ПДК<sub>рх</sub> [4, 7].

Учитывая, что водные объекты высоких широт обладают сравнительно низкой самоочищающей способностью, можно спрогнозировать рост протяженности и площади уже существующих гидрохимических потоков и ореолов загрязнения. Это свидетельствует о необходимости разработки природоохранного мероприятия, обеспечивающего снижение воздействия предприятия на гидросферу.

Анализ существующих методов очистки сточных вод от молибдена показал, что их применение для очистки большого объема сточных вод экономически невыгодно (обратный осмос, ультрафильтрация, электродиализ), либо экологически не эффективно и не позволяет провести очистку до требуемых нормативов (коагуляция и флокуляция, ионная флотация) [3, 2]. С учетом того, что ежегодно на предприятии образуется более 120 млн.м<sup>3</sup>/год сточных вод, была рассмотрена возможность внедрения технологии очистки, основанной на использовании отходов производства. Использование сорбентов на основе отходов производства влечет за собой не только решение экологической проблемы, но и позволяет значительно удешевить конечный продукт.

Изучение физико-химических свойств молибдена обнаружило возможность его осаждения из раствора в виде нерастворимых соединений с железом [1]:



Среди отходов, образующихся на предприятиях ГК «ФосАгро», потенциальным железосодержащим сорбентом является пиритный огарок - отход сернокислого производства с массовой долей железа в пересчете на Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в сухом веществе не менее 62 % в соответствии сертификатом качества производителя и паспортом безопасности химической продукции.

Для изучения сорбционной способности пиритного огарка по отношению к молибдену навески образца массой 5 г совмещались с 250 см<sup>3</sup> модельного раствора (соотношение ТВ:Ж=1:50) в режиме перемешивания. Полученные результаты представлены в таблице 1.

**Таблица 1**

**Эффективность очистки модельных растворов от исследуемых загрязняющих веществ на пиритном огарке АО «ФосАгро-Череповец»**

рН модельного раствора		Эффективность очистки, %
до очистки	после очистки	
5	4,7	97
8	5,6	98

Как видно из таблицы 1, степень извлечения молибдена из раствора достигает 98%. Высокая сорбционная способность шлама сернокислотного производства обусловлена высокоразвитой поверхностью, наличием большого числа микротрещин, пор и активных центров. Однако, учитывая многокомпонентный состав отходов и большую вероятность миграции в раствор потенциально опасных загрязняющих веществ, была проведена оценка десорбции компонентов, которая показала, что концентрации элементов, мигрирующих в раствор в ходе десорбции настолько велики, что его использование в качестве сорбента без предварительной трудоемкой пробоподготовки не представляется возможным. Подготовка шлама потребует существенных материальных и технических затрат, а следовательно приведет к значительному удорожанию процесса очистки.

В качестве дешевого и доступного железосодержащего материала также могут быть использованы металлические отходы, представленные металлической стружкой. Для проведения лабораторных исследований был взят образец стружки нелегированной стали Ст3сп1, как наиболее широко используемой в производстве.

С целью получения гидроксидных форм железа, обладающих развитой удельной поверхностью и повышенной реакционной способностью, часть навесок стружки смачивалась дистиллированной водой и слабыми растворами кислот, после чего выдерживалась на воздухе в течение суток (для протекания процессов окисления).

Модифицированный сорбент совмещался с 250 см<sup>3</sup> модельного раствора молибдена (рН=8) в соотношении ТВ:Ж=1:100 в режиме перемешивания. Зависимость эффективности очистки модельных растворов от способа модификации представлена в таблице 2.

**Таблица 2**

**Зависимость эффективности очистки растворов от молибдена от активатора коррозии стружки стали**

Активатор коррозии	Эффективность очистки, %	C <sub>Fe ост.</sub> , мг/дм <sup>3</sup>
Без активатора	99	0,08
H <sub>2</sub> O дист.	99	0,15
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> C=0,01 N	99	0,12
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> C=0,05 N	92	0,32
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> C=0,1 N	89	1,2
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> C=0,5 N	72	3,6
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> C=1 N	20	11,5

Как видно из таблицы 2, эффективность очистки раствора от молибдена одинакова для необработанной стружки и стружки, обработанной дистиллированной водой и раствором серной кислоты с концентрацией 0,01N, и составляет 99%. При увеличении концентрации кислоты эффективность очистки снижается, а остаточная концентрация железа в растворе после очистки увеличивается, что, скорее всего, связано с процессами пассивации железа под действием концентрированных кислот.

Таким образом, исследование сорбционных свойств отходов производства, показало, что наиболее перспективным способом очистки карьерных и рудничных вод АО «Апатит» от молибдена, является использование железосодержащих металлических отходов.

В результате внедрения предлагаемой технологии очистки сточных вод будет существенно снижена техногенная нагрузка на водные экосистемы без потери технико-экономических показателей работы предприятия.

#### Литература

- Бусев А.И. Аналитическая химия молибдена. М.: изд-во АН СССР, 1962, 305 с.
- Василенко Л.В., Никифоров А.Ф., Лобухина Т.В. Методы очистки промышленных сточных вод Учеб. пособие. - Екатеринбург: УГЛУ Урал. гос. лесотехн. университет, 2009. - 174 с.
- Воронов Ю.В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод. - М.: АСВ, 2006
- Лабунцов А.Н. Месторождения молибденита в Хибинских Тундрах // Докл. АН СССР. 1929. № 19. С. 455-457.
- Пашкевич М.А., Чукаева М.А., Причины и последствия загрязнения водных экосистем молибденом в зоне воздействия предприятия ОАО «Апатит» // Качество и жизнь. 2015. № 4(8). С. 84-88
- Сулименко Л.П., Кошкина Л.Б., Мингалеева Т.А., Макаров Д.В., Маслобоев В.А. Исследование миграции молибдена в водных средах ландшафтов Хибинского массива с целью разработки природоохранных мероприятий // Вестник Мурманского государственного технического университета. 2015. Т.18. №2. С.345-355.
- Чукаева М.А. Факторы, приводящие к экстремально высоким концентрациям молибдена в водных объектах, находящихся в зоне воздействия ОАО «Апатит» // Материалы 5-й Международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов «Опыт прошлого - взгляд в будущее». 2015. С. 444 - 447

**ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОЛЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИРОДНЫХ ПРЕСНЫХ ВОД В РАЙОНАХ ХВОСТОХРАНИЛИЩ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**Д.Д. Шабунин**

Научный руководитель старший преподаватель Б.Р. Соктоев

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В настоящее время всего лишь 15-30 % исходного минерального сырья подвергается переработке для извлечения полезных компонентов из них. Большая часть отходов производства (порядка 70-80 %) размещается в отвалах и хвостохранилищах, которые занимают огромные территории зачастую весьма плодородных земель [1]. Хвостохранилища представляют опасность для живых организмов, в том числе и человека, т.к. через их дамбы и ложе происходит дренаж загрязненных вод. Эти воды, в свою очередь, поступают в поверхностные и подземные воды, изменяют санитарно-гигиенические показатели и химический состав последних. Установлено, что вредные вещества, находящиеся в отходах, могут мигрировать на значительные расстояния, загрязняя окружающую среду [2].

В районах расположения хвостохранилищ основной причиной негативного воздействия на окружающую среду является влияние внешних факторов: температуры, атмосферных осадков, воздушных потоков, поверхностных вод, деятельности микроорганизмов. К числу внутренних факторов можно отнести минеральный и химический состав отходов, их пористость, водопроницаемость и дисперсность [3].

Индикаторами воздействия хвостохранилищ на окружающую среду являются: почва, растительность, снеговой покров, подземные воды [4]. В данной работе предполагается выяснить воздействие хвостохранилищ путем изучения минерального и элементного состава солевых отложений природных пресных вод (карбонатов) в районах горнодобывающих предприятий.

Нами рассматриваются следующие хвостохранилища: бывшего Джидинского W-Мо комбината (Республика Бурятия), Комсомольского и Урского горнообогатительных комбинатов (ГОК) (Кемеровская область), Учалинского и Сибайского ГОКов (Республика Башкортостан). В исследуемых регионах нами было отобрано 35 проб накипи из бытовых нагревательных приборов (посуды). Более подробные данные приведены в таблице 1. Для каждого из изученных районов был выбран условный фон, представляющий собой пробу, которая была отобрана в населенном пункте, не попадающем в зону влияния хвостохранилища.

**Таблица 1**

**Районы пробоотбора**

Регион	Район	Количество проб
Республика Бурятия	Закаменский	5
Кемеровская область	Тисульский	7
	Гурьевский	2
Республика Башкирия	Баймакский	5
	Учалинский	6
	Хайбуллинский	5

Полученные пробы накипи были изучены в МИНОЦ «Урановая геология» методами инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА), рентгеновской дифрактометрии и сканирующей электронной микроскопии (СЭМ).

По данным ИНАА были рассчитаны основные статистические параметры, в частности, средние значения, а также коэффициенты концентрации относительно фона (накипь из воды оз. Байкал), относительно условного фона и относительно среднего значения по выборке. По полученным коэффициентам концентрации были построены геохимические ряды для каждого района исследования (табл. 2).

**Таблица 2**

**Геохимическая специализация солевых отложений природных пресных вод в изученных районах**

Район	№*	Геохимический ряд
Закаменский	1	Zn <sub>28,6</sub> - Lu <sub>1,9</sub> - U <sub>1,6</sub> - Ag <sub>1,5</sub> - Eu <sub>1,5</sub> - Ta <sub>1,4</sub> - Ca <sub>1,1</sub> - Tb <sub>1,0</sub> - Fe <sub>1,0</sub>
	2	Cs <sub>3,3</sub> - Ce <sub>2,1</sub> - Th <sub>1,8</sub> - Rb <sub>1,8</sub> - Au <sub>1,7</sub> - La <sub>1,7</sub> - Ba <sub>1,7</sub> - Sc <sub>1,6</sub> - Lu <sub>1,5</sub> - Sb <sub>1,3</sub> - Br <sub>1,3</sub> - Fe <sub>1,1</sub> - U <sub>1,0</sub> - Hf <sub>1,0</sub> - Ca <sub>1,0</sub>
	3	Sc <sub>21,4</sub> - Hf <sub>12,2</sub> - Cs <sub>10,5</sub> - Co <sub>10,0</sub> - Sb <sub>9,8</sub> - Sm <sub>6,2</sub> - Fe <sub>5,6</sub> - Th <sub>4,4</sub> - Yb <sub>4,1</sub> - Zn <sub>3,2</sub> - Eu <sub>3,0</sub> - Rb <sub>2,5</sub> - Na <sub>2,5</sub> - Cr <sub>1,9</sub> - Tb <sub>1,8</sub> - Ta <sub>1,4</sub>
Тисульский	1	Zn <sub>215,2</sub> - Eu <sub>4,8</sub> - Ta <sub>3,7</sub> - Tb <sub>3,5</sub> - Lu <sub>1,8</sub> - As <sub>1,4</sub> - Sm <sub>1,2</sub> - Ca <sub>1,2</sub> - Ag <sub>1,1</sub> - Fe <sub>1,1</sub>
	2	Zn <sub>2,4</sub> - Eu <sub>2,2</sub> - Sm <sub>1,8</sub> - Co <sub>1,7</sub> - Tb <sub>1,7</sub> - Yb <sub>1,7</sub> - Ta <sub>1,5</sub> - Sc <sub>1,4</sub> - Hf <sub>1,4</sub> - Lu <sub>1,4</sub> - Th <sub>1,3</sub> - Au <sub>1,3</sub> - Fe <sub>1,2</sub> - Ba <sub>1,1</sub> - Ca <sub>1,0</sub> - La <sub>1,0</sub>
	3	Eu <sub>60,5</sub> - La <sub>50,1</sub> - As <sub>18,9</sub> - Sm <sub>16,8</sub> - U <sub>14,2</sub> - Sc <sub>13,9</sub> - Yb <sub>12,6</sub> - Ce <sub>11,2</sub> - Cs <sub>8,3</sub> - Zn <sub>7,8</sub> - Th <sub>7,2</sub> - Sb <sub>5,9</sub> - Lu <sub>5,8</sub> - Au <sub>5,3</sub> - Ta <sub>3,7</sub> - Tb <sub>3,5</sub> - Fe <sub>2,6</sub> - Br <sub>1,7</sub> - Cr <sub>1,4</sub> - Hf <sub>1,3</sub> - Ag <sub>1,1</sub> - Ca <sub>1,0</sub> - Rb <sub>1,0</sub>
Гурьевский	1	Zn <sub>59,0</sub> - Ta <sub>3,8</sub> - Fe <sub>2,9</sub> - Lu <sub>1,6</sub> - U <sub>1,3</sub> - Ca <sub>1,3</sub> - Ag <sub>1,0</sub> - Tb <sub>1,0</sub>
	2	Fe <sub>3,1</sub> - Ta <sub>1,5</sub> - Lu <sub>1,2</sub> - Ca <sub>1,1</sub> - Sm <sub>1,0</sub>
	3	U <sub>21,4</sub> - La <sub>14,6</sub> - Sm <sub>9,4</sub> - Eu <sub>9,2</sub> - Fe <sub>7,0</sub> - Yb <sub>6,7</sub> - Sc <sub>5,1</sub> - Lu <sub>5,0</sub> - Ce <sub>4,0</sub> - Ta <sub>3,8</sub> - Au <sub>3,7</sub> - As <sub>3,6</sub> - Cs <sub>2,9</sub> - Zn <sub>2,1</sub> - Th <sub>1,6</sub> - Br <sub>1,5</sub> - Sb <sub>1,3</sub> - Cr <sub>1,3</sub> - Ca <sub>1,1</sub> - Rb <sub>1,1</sub> - Ag <sub>1,0</sub> - Tb <sub>1,0</sub>
Баймакский	1	Zn <sub>40,6</sub> - Ca <sub>1,3</sub> - U <sub>1,0</sub>
	2	Ca <sub>1,1</sub> - Sr <sub>1,0</sub>
	3	As <sub>7,4</sub> - Ag <sub>1,8</sub> - Ba <sub>1,8</sub> - Sr <sub>1,7</sub> - U <sub>1,3</sub> - Ca <sub>1,3</sub>
Учалинский	1	Zn <sub>25,8</sub> - Cr <sub>2,0</sub> - Ca <sub>1,1</sub> - Tb <sub>1,0</sub>
	2	Cr <sub>2,9</sub> - Br <sub>1,1</sub> - Sb <sub>1,2</sub> - Au <sub>1,0</sub> - Ca <sub>1,0</sub>

**СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.**

	3	Sb <sub>18,2</sub> - Th <sub>5,3</sub> - Sc <sub>5,1</sub> - U <sub>4,8</sub> - Tb <sub>4,8</sub> - Au <sub>3,1</sub> - Cr <sub>2,9</sub> - Hf <sub>2,4</sub> - La <sub>2,4</sub> - Co <sub>2,3</sub> - Cs <sub>2,0</sub> - Na <sub>1,9</sub> - Fe <sub>1,6</sub> - Rb <sub>1,3</sub> - Ca <sub>1,3</sub> - Eu <sub>1,2</sub> - Sm <sub>1,2</sub> - Zn <sub>1,1</sub> - Ta <sub>1,0</sub>
Хайбуллинский	1	Zn <sub>18,6</sub> - Ta <sub>5,8</sub> - U <sub>3,4</sub> - Sr <sub>1,5</sub> - Ca <sub>1,1</sub>
	2	Ta <sub>2,3</sub> - Na <sub>2,3</sub> - U <sub>2,1</sub> - Sr <sub>1,8</sub> - Co <sub>1,6</sub> - Cr <sub>1,3</sub> - Br <sub>1,3</sub> - La <sub>1,2</sub> - Ba <sub>1,0</sub> - Ce <sub>1,0</sub> - Ca <sub>1,0</sub>
	3	Ce <sub>24,5</sub> - Yb <sub>15,1</sub> - Tb <sub>8,4</sub> - Th <sub>7,1</sub> - Ta <sub>5,0</sub> - Lu <sub>4,4</sub> - Hf <sub>3,8</sub> - Sc <sub>3,3</sub> - Co <sub>1,8</sub> - Ag <sub>1,7</sub> - Br <sub>1,7</sub> - Ba <sub>1,7</sub> - Sm <sub>1,6</sub> - Au <sub>1,5</sub> - Eu <sub>1,2</sub>

Примечание: 1 - относительно накипи из вод оз. Байкал; 2 - относительно среднего значения по всей выборке (n=35); 3 - относительно условного фона

По геохимической специализации солевых отложений природных пресных вод относительно такого фонового показателя как накипь из воды оз. Байкал изученные районы характеризуются следующим образом. В целом необходимо отметить разделение изученных районов на две группы по количеству элементов с КК>1: 1 - Закаменский, Тисульский, Гурьевский; 2 - Баймакский, Учалинский, Хайбуллинский. Одной из вероятных причин такого разделения может являться то, что первая группа объектов представляет собой нерекультивированные хвостохранилища, что ведет к активной миграции химических элементов из тела отходов, в то время как на действующих ГОКах защитные мероприятия позволяют снизить темпы и скорости миграции. Наибольшее количество химических элементов с КК>1 фиксируется в образцах из Тисульского района (10 химических элементов), далее идут Закаменский (9), Гурьевский (8), Хайбуллинский (5), Учалинский (4), Баймакский (3). Во всех геохимических рядах отмечаются Zn и Ca, причем Zn занимает лидирующее место во всех случаях. Специфичными элементами для каждого из районов являются: As, Sm - Тисульский, Sr - Хайбуллинский, Cr - Учалинский.

Относительно среднего значения по всей выборке изученные районы также дифференцированы. По общему количеству химических элементов с КК>1 районы формируют следующий ряд: Тисульский (16) - Закаменский (15) - Хайбуллинский (11) - Учалинский (5) - Баймакский (2). В отличие от предыдущего показателя - коэффициента концентрации относительно накипи из воды оз. Байкал - общим элементом для всех рядов является Ca. При этом необходимо отметить присутствие различных химических элементов в лидирующих позициях в каждом геохимическом ряду. Некоторые из них могут быть объяснены: так, например, Cs, Ce, Th, Rb в образцах из Закаменского района обусловлены, вероятнее всего, широким развитием гранитных интрузивов на территории района, в том числе и как вмещающих пород разрабатываемых месторождений. Лидирующая позиция Fe в накипи из Гурьевского района отражает преимущественный состав отходов: пирит, арсенопирит, ярозит и ряд других Fe-содержащих минералов. Относительно других районов данный вопрос требует дальнейшего рассмотрения. Также необходимо отметить, что специфичными элементами для каждого из районов являются: Cs, Rb - Закаменский, Zn, Eu, Tb, Yb - Тисульский, Na - Хайбуллинский.

Следующий показатель, который был рассчитан - это коэффициент концентрации относительно условного фона, в качестве которого выбирались пробы накипи из населенных пунктов, расположенных в схожих геологических условиях, но не попадающих в зону влияния хвостохранилищ. Как нам представляется, такое сравнение должно дать информацию об интенсивности процессов водной и ветровой миграции в теле отходов. Это хорошо видно на примере заброшенных хвостохранилищ (Гурьевский, Закаменский, Тисульский районы), для которых количество элементов с КК>1 больше (22, 19, 24, соответственно), чем в районах с функционирующим производством (Учалинский - 19, Хайбуллинский - 15, Баймакский - 6), а значит и действующим экологическим мониторингом, в том числе и хвостохранилищ. При этом спектр элементов с КК>10 опять же шире для «заброшенных» объектов: 4 - Закаменский район, 8 - Тисульский, 2 - Гурьевский. Для сравнения - в Баймакском районе отсутствуют такие элементы, в Учалинском - 1, в Хайбуллинском - 2.

Таким образом, проведенные предварительные исследования показывают, что элементный состав солевых отложений природных пресных вод в некоторой степени отражает влияние хвостохранилищ горнорудных производств на природные воды, используемые для питьевого водоснабжения. Наиболее сильно данное влияние фиксируется в районах нерекультивированных хвостохранилищ, которые доступны для интенсивной водной и воздушной эрозии, что приводит к активизации процессов миграции химических элементов.

#### Литература

1. Гальперин А.М. и др. Инженерно-геологическое обеспечение экологически безопасного освоения горнопромышленных природно-техногенных систем // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. - 2012. - № 6. - С. 520-526.
2. Леонтьев Л.И., Дюбанов В.Г. Техногенные отходы черной и цветной металлургии и проблемы окружающей среды // Экология и промышленность России. - 2011. - № 4. - С. 32-36.
3. Мормиль С.И. и др. Техногенные месторождения Среднего Урала и оценка их воздействия на окружающую среду. - М.: НИА-Природа, 2002. - 206 с.
4. Рихванов Л.П. и др. Биогеохимический мониторинг в районах хвостохранилищ горнодобывающих предприятий с учетом микробиологических факторов трансформации минеральных компонентов. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2017. - 437 с.

## ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ В ОКРЕСТНОСТЯХ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ (ГГ. ОМСК, АЧИНСК, ПАВЛОДАР)

Т.С. Шахова

Научный руководитель профессор Е.Г. Языков, доцент А.В. Таловская  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

**Введение.** В сегодняшний век нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ) являются неотъемлемым компонентом инфраструктуры российских городов, но они также способствуют возникновению опасностям, связанным с окружающей средой и здоровьем населения. Один из важных факторов, формирующих здоровье населения, является качество среды обитания, в частности, состоянию почв. Основным путем поступления антропогенных загрязнителей является осаждение поллютантов из атмосферы за счет гравитационного и турбулентного оседания, дальнейшей адсорбции загрязняющих веществ подстилающей поверхностью, миграции и накопления веществ в почвенном покрове. В России и Казахстане (гг. Слават, Самара, Волгоград, Атырау) проводятся некоторые исследования по изучению состояния природных сред, в том числе и почв в районах влияния нефтеперерабатывающих заводов [7,5,6,2]. В этих исследованиях уделяется внимание изучению различных органических компонентов (нефтепродукты, бенз(а)пирен и др.) в природных средах, являющимися распространенными загрязняющими компонентами в выбросах и отходах НПЗ. Однако, необходимо, также учитывать и уровень содержания сопутствующих химических макро- и микроэлементов в почвенной среде, так как она несет долговременную информацию об антропогенных загрязнителях. Поэтому целью исследования являлось оценить степень загрязнения химическими элементами почвенный покров в окрестностях нефтеперерабатывающих предприятий (гг. Омск, Ачинск и Павлодар). Объекты исследования являлись территория, прилегающая к границам заводов на расстояниях от 0,5 км до 12 км.

**Методы и методика.** В 2016 году в августе-сентябре проводился отбор проб почвенного покрова в окрестностях Омского НПЗ, отобрано 24 пробы. В окрестностях Ачинского НПЗ и Павлодарского НПЗ в этот же год были проведены работы по отбору проб почв, отобрано 25 и 10 проб соответственно. Пробы почв отбирались из поверхностного слоя 0-10 см пластмассовой лопаткой, методом конверта. Проба состояла из 5 точечных проб, массой 1 кг согласно ГОСТу 17.4.3.01-83 [1]. Отобранные образцы упаковывались в полиэтиленовые и матерчатые мешочки. Пробоподготовка к аналитическим исследованиям включала: просушивание при комнатной температуре, удаление различных включений (стекло, камней, корней и т. п.), просеивание и истирание на виброистирателе и далее упаковывались для различных видов анализа. На основе результатов инструментального нейтронной-активационного анализа, проведенный в аттестованной ядерно-геохимической лаборатории Международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» при кафедре геоэкологии и геохимии была произведена обработка данных. Определено валовое содержание химических элементов в почвах.

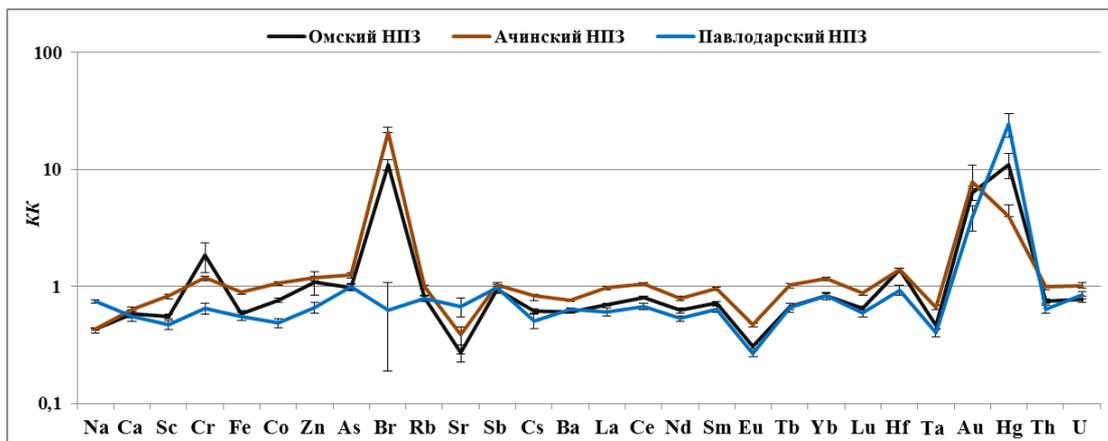
Для выявления характерных элементов в почвах исследуемых территорий рассчитан показатель - коэффициент (кларк) концентрации химических элементов по формуле:  $K_k = C/C_k$ , где  $C$  - содержание элемента в почве,  $C_k$  - кларковое содержание элемента в земной коре. Значения кларков в земной коре использовались по А.Н. Григорьеву, а для Вг по К.Х. Ведеполу; Au - по Р.Л. Руднику, С. Гао. Использование значений кларков по данным разных авторов было предложено современным ученым Н.С.Касимовым [3]. Уровень загрязнения оценивали суммарным показателем загрязнения ( $Z_c$ ), представляющие собой сумму  $K_c$  и над фоновым (кларковым) уровнем:  $Z_c = \sqrt{\sum K_c - (n - 1)}$ , где  $n$  - число химических элементов с  $K_c > 1,5$  [4].

**Результаты.** Анализ данных показал, что рассматриваемые химические элементы в почвенном покрове на исследуемых территориях в основном не превышают кларковые значения (рис.1). Однако, в почвах из окрестностей Омского и Ачинского НПЗ зафиксированы повышенные содержания Cr, Вг, Au и Hg, тогда как в почвах из окрестностей Павлодарского НПЗ повышенные содержания установлены для Au и Hg. Остальные элементы имеют значения ниже кларковых или околокларковые (рис.1).

Для выявления характерных элементов в почвах исследуемых территорий все рассматриваемые элементы условно разделили на 4 группы, ранжируя их по значению кларка (коэффициента) концентраций (<0,5; 0,5-1; 1-3; >3) (табл. 1).

Из таблицы видно, что общими характерными элементами, накапливающимися в почвах районов как Омского, Ачинского НПЗ, являются Cr, Zn, Hf, Вг, Au, Hg. Тогда как в почвах в районе Павлодарского НПЗ выявлены высоко накапливающиеся - Au и Hg. Остальные элементы имеют коэффициент концентрации < 1. Однако, в районе Ачинского НПЗ зафиксированы элементы с коэффициентом концентрации от 1 до 3: Co, As, Sb, Se, Tь, Yb, U. В целом, у большинства элементов коэффициент (кларк) концентраций 0,5-1, то есть не превышает значения кларков элементов в земной коре.

**СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.**



**Рис. 1 Коэффициенты (кларки) концентраций химических элементов в почвах в окрестностях Омского, Ачинского и Павлодарского НПЗ (значения по кларкам элементов в земной коре: Br по К.Х. Ведеполу; Au по Р.Л. Руднику, С. Гао; Hg, Cr, As, Sb и остальные по Н.А. Григорьеву. (Григорьев, 2009; R.L. Rudnick, S. Gao, 2003; К.Н. Wedepohl, 1995))**

Невысокие содержания химических элементов в почвах исследуемых территорий возможно объясняются тем, что почвы накапливают долгое время различные компоненты, которые попадая туда распределяются и участвуют в различных биогеохимических процессах. Однако, высокие содержания Cr, Zn, V и Hg вероятнее всего связаны с деятельностью предприятий, в том числе нефтеперерабатывающих заводов. Данные элементы в повышенных концентрациях фиксировались нами ранее в снежном покрове в окрестностях исследуемых заводов [8]. Также не исключено влияние работающих ТЭЦ в районах Омского и Павлодарского НПЗ.

Не смотря на то, что значения КК большинства химических элементов не превышают единицу, рассчитанный суммарный показатель (табл.2), учитывающий значения элементов с КК > 1,5, указывает на средний уровень загрязнения почв в районах исследуемых территорий, влекущий повышение уровня общей заболеваемости населения (табл.2) согласно градации [4].

**Таблица 1**

**Ранжирование химических элементов по кларкам (коэффициентам) концентраций в почвах исследуемых районов предприятий**

КК*	< 0,5	0,5-1	1-3	>3
	Район Омского НПЗ			
Химические элементы	Na, Sr, Eu, Ta	Ca, Sc, Fe, Co, As, Rb, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Nd, Sm, Tb, Yb, Lu, Th, U	Cr, Zn, Hf	Br, Au, Hg
	Район Ачинского НПЗ			
Химические элементы	Na, Sr, Eu,	Ca, Sc, Fe, Rb, Cs, Ba, La, Nd, Sm, Lu, Ta, Th	Cr, Co, Zn, As, Sb, Ce, Tb, Yb, Hf, U	Br, Au, Hg
	Район Павлодарского НПЗ			
Химические элементы	Sc, Co, Eu, Ta	Na, Ca, Cr, Fe, Zn, As, Br, Rb, Sr, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Nd, Sm, Tb, Yb, Lu, Hf, Th, U	-	Au, Hg

Примечание: КК\* - Br по К.Х. Ведеполу; Au по Р.Л. Руднику, С. Гао; Hg, Cr, As, Sb и остальные по Н.А. Григорьеву. (Григорьев, 2009; R.L. Rudnick, S. Gao, 2003; К.Н. Wedepohl, 1995)); жирным выделены элементы, превышающие кларковые значения > 1

**Таблица 2**

**Уровень опасности загрязнения почв по суммарному показателю загрязнения (Zc) в районах Омского, Ачинского и Павлодарского НПЗ**

Исследуемый район	Суммарный показатель загрязнения (Zc)	Уровень загрязнения	Воздействие на здоровье человека
Омский НПЗ	27,5	Средний	Повышение уровня общей заболеваемости населения
Ачинский НПЗ	31,6		
Павлодарский НПЗ	27,3		

**Заключение.** В районах всех исследуемых заводов установлен средний уровень загрязнения химическими элементами почвенного покрова (по Zc) и характерное воздействие на человека может проявляться

повышением уровня общей заболеваемости населения. Зафиксированы невысокие содержания большинства химических элементов в почвах в окрестностях изучаемых НПЗ относительно кларка земной коры, за исключением Cr, Zn, Vg и Hg.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта ВР (British Petroleum)

#### Литература

- ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. Москва, 2004.
- Жолдиев А. Экологические исследования нефтяного загрязнения на территории АНПЗ. «Ғылым және білім - 2014» атты студенттер мен жас ғалымдардың IX Халықаралық ғылыми конференциясы = IX Международная научная конференция студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2014» = The IX International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2014». - Астана: <http://www.enu.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/>, 2014. - с.3805-3809
- Касимов, Н.С., Власов, Д.В. Кларки химических элементов как эталоны сравнения в экогеохимии / Н.С. Касимов, Д.В. Власов // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5, геогр. - 2015. - № 2. - С. 7-17.]
- Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве / Ревич Б.А., Саев Ю.Е., Смирнова Р.С. (Утв. 15 мая 1990 г. № 5174-90). - М.: ИМГРЭ, 1990.
- Околелова А. А., Куницына И. А. Состояние почвенного покрова территории нефтеперерабатывающих заводов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. - 2010. - № 3. - с.111-116.
- Околелова А.А., Мерзлякова А.С., Кожевникова В.П. Содержание бензапирена в почвенном покрове нефтеперерабатывающего предприятия // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. - 2015. - Т. 30. - № 3 (200). - с.1-4.
- Степанов Е. Г. и др. Влияние промышленных предприятий города Салавата на загрязнение снега, почвы и продуктов растениеводства // Фундаментальные исследования. - 2004. - № 5.
- Шахова Т.С., Таловская А.В., Язиков Е.Г. Геохимическая характеристика твердого осадка снега в окрестностях нефтеперерабатывающих заводов России (г. Омск, Ачинск) и Казахстана (г. Павлодар) / Материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 60-летию Института геохимии СО РАН и 100-летию со дня рождения академика Л. В. Таусона. - Иркутск: Изд-во «Оттиск», 2017. - с. 135-136.

## ХВОЯ КАК ИНДИКАТОР РТУТНОЙ НАГРУЗКИ НА ТЕРРИТОРИЮ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Е.В. Шворнева

Научные руководители научный сотрудник Е.Е. Ляпина<sup>1</sup>, старший преподаватель

Е.А. Филимоненко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения Российской академии наук, г.Томск, Россия

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Ртуть относится к элементам первого класса опасности, высокотоксична и кумулятивна, в силу высокой летучести паров широко распространена во всех компонентах окружающей природной среды [6, 12]. Является ядом для растительных и животных организмов.

Растения чаще всего содержат ртуть в меньших количествах, чем почвы, но в процессе минерализации растительных остатков возможно накопление ртути в верхних горизонтах. При этом тонкие корни растения будут играть роль барьера. [5]. На фоновых территориях, в которых отсутствует естественный геохимический фон по ртути, источником техногенных элементов в системе растение-почва является аэрозольное их осаждение из воздуха [10, 12]. Ртуть, поступающая из атмосферы в виде паров и пылеаэрозольных частиц, сорбируется хвойными растениями и прочно удерживается в хвое. Миграции в другие органы растения при этом не происходит [4]. Таким образом, хвоя - практичный и информативный биоиндикатор экологического состояния атмосферного воздуха.

Целью исследования является изучение содержания и особенностей накопления ртути в разновозрастной хвое на территории Сибири и Дальнего Востока.

Объектом данного исследования является разновозрастная хвоя деревьев: кедра сибирского (*Pinus sibirica*), сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.), ели сибирской (*Picea obovata*), лиственницы сибирской (*Larix sibirica*), можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.) и кедрового стланика (*Pinus pumila*). Пробы хвои отобраны на территориях Западной (Томская область, Алтайский край), Восточной (Иркутская область, Республика Бурятия) Сибири и Дальнего Востока (Республика Саха). Для оценки содержания ртути образцы хвои отбирали в конце вегетационного периода методом смешанной пробы с примерно одновозрастных деревьев в нижней части кроны на высоте 1,5-2 м от поверхности земли согласно стандартным методическим указаниям [1]. В результате отобрано 287 проб хвои. Пробы доводили до воздушно-сухого состояния при комнатной температуре, измельчали. Хвою не промывали. В ходе работы получены концентрации ртути в период с 2009 по 2017 года.

**СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.**

*Таблица*

*Эколого-геохимические особенности ртутной нагрузки*

Вид хвои	Концентрация ртути, нг/г		Кс <sup>1</sup>	ВДК <sup>2</sup>
	С <sub>min</sub> -С <sub>max</sub>	С <sub>ср</sub>		
Томская область				
Пихта	9-38	25	6,3	3,1
Сосна	5-30	16	4,0	2,0
Ель	6-34	25	6,3	3,1
Кедр	8-34	22	5,5	2,8
Можжевельник	18-31	25	6,3	3,1
Алтайский край				
Сосна	6-27	15	3,8	1,9
Иркутская область				
Кедровый стланик	3-13	16	4,0	2,0
Сосна	5-18	12	3,0	1,5
Республика Бурятия				
Сосна	2-32	15	3,8	1,9
Кедр	3-27	16	4,0	2,0
Лиственница	7-10	12	3,0	1,5
Можжевельник	16	16	4,0	2,0
Ель	7-24	16	4,0	2,0
Республика Саха				
Кедр	10-130	47	11,8	5,9

Примечание: 1 - Кс - коэффициент концентрации:  $K_c = C/C_f$ ; ВДК - временно допустимая концентрация:  $ВДК = C/2C_f$ , где С - содержание ртути в пробе, С<sub>ф</sub> - содержание ртути на фоновом участке (4 нг/г [8]).

Лабораторно-аналитические исследования проводили методом атомно-абсорбционной спектроскопии с помощью ртутного газоанализатора РА-915+ с пиролитической приставкой ПИРО-915, предел обнаружения - 5 нг/г (погрешность не превышает 15%). Концентрацию ртути рассчитывали на 1 г сухого вещества. Методика обработки результатов включала расчет эколого-геохимических показателей: коэффициента концентрации (Кс) и временно допустимой концентрации (ВДК). Для расчета взаимосвязи концентрации ртути с метеорологическими характеристиками использовали данные по температуре и влажности воздуха в точках отбора проб хвои. Данные были получены с помощью датчиков температуры и влажности: ТЕРМОХРОН - DS1922L-F5 (термограф) и ГИГРОХРОН - DS1923-F5 (термогигрограф). Периодичность измерений - 3 часа (синхронно со стандартными сроками на метеорологических станциях). Обработку экспериментальных данных проводили с использованием табличного процессора Microsoft Excel и статического пакета Statistica 6.0.

Содержание ртути в хвое различных пород деревьев увеличивается по мере её старения [2]. В данных исследованиях такая тенденция отмечается лишь для хвои ели Томской области. В хвое сосны, пихты, кедра и кедрового стланика исследуемых территорий отмечается особенность, которая заключается в установлении максимальной концентрации в 3-4-х летнем возрасте хвои, при этом в дальнейшем значимых отличий в поступлении ртути в хвою не наблюдается.

Содержание ртути в хвое в зависимости от вида дерева показывает, что средние концентрации ртути в хвое пихты, ели, можжевельника Томской области одинаковы (25 нг/г) так же, как и для хвои кедра, можжевельника и ели Республики Бурятия (16 нг/г). Среди исследованных видов деревьев максимальная концентрация ртути наблюдается в хвое кедра Республики Саха, минимальная - в хвое сосны Иркутской области.

Анализ связи накопления ртути в зависимости от места произрастания показал, что на территории Восточной Сибири средняя концентрация ртути в хвое составляет 13-14 нг/г, что является минимальной среди исследуемой хвои. Максимальная средняя концентрация ртути в хвое отмечается на территории Дальнего Востока - 47 нг/г, что в 4 раза больше по сравнению с Сибирским регионом. В Западной Сибири в хвое Томской области средняя концентрация ртути равна 23 нг/г, в хвое Алтайского края в 1,5 раза меньше.

Для выявления взаимосвязи поступления ртути в хвою от климатических характеристик района был рассчитан коэффициент корреляции между концентрацией ртути в хвое и температурой воздуха и количеством осадков, как за вегетационный период, так и в течение всего года. Связь ртути с годовым ходом осадков и температурой рассчитывали только для 5-ти летней хвои. Это связано с тем, что данный ряд данных длиннее и поэтому достоверность полученных результатов выше. На исследуемых территориях для хвои сосны, кедра, кедрового стланика, пихты выявлена обратная взаимосвязь с температурой и прямой - с осадками, как за вегетационный период, так и в течение всего года для большинства точек исследования.

Обработав результаты исследования, рассчитали эколого-геохимические показатели ртутной нагрузки на территории Сибири и Дальнего Востока. Данные рассчитанных показателей приведены в таблице.

Все полученные концентрации ртути в пробах хвои вне зависимости от возраста и породы дерева, а также места произрастания являются фоновыми. Поэтому для расчета эколого-геохимических характеристик использовали данные для фоновых территорий, приведенных в литературных источниках [8]. Таким образом, минимальные концентрации ртути в хвое наблюдаются в Республике Бурятия, Иркутской области и Алтайском крае (13-15 нг/г), максимальные - в Республике Саха (47 нг/г). Превышение концентрации ртути в исследуемой

хвое над фоновым значением составляет от 3 до 12 раз. Временно допустимая концентрация ртути в хвое Сибири и Дальнего Востока варьирует в промежутке от 1,5 до 6.

Полученные концентрации ртути для Сибири и Дальнего Востока не превышают концентраций ртути в хвое по сравнению с данными исследований других ученых [3, 8, 9, 11], лежат в пределах средних концентраций для хвои Канады [7], ниже средних значений концентраций ртути хвои России [12]. Данные геоэкологических расчётов свидетельствуют о низком уровне накопления ртути хвойными на территории Сибири и Дальнего Востока.

#### Литература

1. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия: Учебник. - М.: Логос, 2000. - 627 с.
2. Аношин Г.Н., Маликова И.Н., Ковалев С.И. и др. Ртуть в окружающей среде юга Западной Сибири // Химия в интересах устойчивого развития, т. 3, № 1 - 2, 1995, С. 69 - 111.
3. Афанасьева Л.В., Михайлова Т.А., Кашин В.К. Состояние сосновых древостоев в условиях техногенного загрязнения в республике Бурятия // Растительные ресурсы, т. 46, выпуск 2, 2010, С. 51 - 60.
4. Грановский Э.И., Хасенова С.К., Дарищева А.М., Фролова В.А. "Загрязнение ртутью окружающей среды и методы демеркуризации", Алматы, 2001, 100 с.
5. Демич, Ю. А. Содержание тяжелых металлов в объектах окружающей среды и состоянии растительных популяций / Ю.А. Демич // Вестник СамГУ (естественно научная серия), № 7, 2006. - С. 45-53.
6. Ермаков В.В. Биогенная миграция и детоксикация ртути // Материала международного симпозиума «Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты». - М.: ГЕОХИ РАН, 2010, С. 5-14.
7. Лапердина Т.Г. Определение ртути в природных водах. Новосибирск "Наука", 2000, С. 222.
8. Ляпина Е.Е., Шворнева Е.В., Воропай Н.Н. Содержание ртути в хвое Юго-Западного Прибайкалья // Оптика атмосферы и океана, 31, №1, 2018, С. 69-72.
9. Михайлова Т.А., Калугина О.В., Афанасьева Л.В. и др. Тренды содержания химических элементов в хвое сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в разных условиях произрастания и при техногенной нагрузке // Сибирский экологический журнал, 2 (2010), С. 239-247.
10. Неверова О. А. Экологическая оценка состояния древесных растений и загрязнения окружающей среды промышленного города (на примере г. Кемерово): Автореферат. Дис... д-ра биол. наук. - М., 2004. - С. 37.
11. Страховенко В.Д., Маликова И.Н., Щербов Б.Л. Распределение ртути в компонентах окружающей среды Сибири // Химия в интересах устойчивого развития, 2012, Т. 20, №1, С. 117-123.
12. Янин Е.П. Ртуть в окружающей среде промышленного города. Москва 1992. С. 3-63.

### ПРИЛОЖЕНИЕ «1С: ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ» КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ЭКОЛОГА НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

**А.В. Ягницина**

Научный руководитель доцент С.В. Азарова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Высокие требования к эффективности природоохранной деятельности в связи с усовершенствованием законодательной базы и ужесточившимися наказаниями за негативное воздействие на окружающую среду вынуждают современных экологов посвящать большую часть своего времени ведению экологической документации. Эта работа требует анализа большого количества данных, абсолютного внимания к мелочам, знания всех изменений в законодательной базе Российской Федерации.

В связи с высокой ответственностью и необходимостью правильного ведения учета, современным экологам, работающим на промышленном предприятии, понадобились вспомогательные инструменты для ведения экологического контроля [1]. К таким программам предъявляются несколько основных требований:

- учет всех видов загрязнений (воздух, отходы, вода);
- интуитивная эксплуатация программы;
- возможность конфигурации программы под особенности предприятия;
- создание единого рабочего пространства для всех экологов на предприятии;
- актуальные и автоматически обновляемые нормативные базы и т.п. [3].

На данном этапе известно несколько подобных программ: «Модуль природопользователя», «ЭРА», «Эколог», «1С: Охрана окружающей среды».

«Модуль природопользователя» сейчас является одной из самых простых и популярных программ для эколога на предприятии [4]. Программа была создана в первую очередь для расчета платы за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС). В состав «Модуля» входят справочники о загрязняющих веществах, о видах топлива, коэффициентах, учитывающих экологические факторы экономических районов РФ, классификатор отходов (ФККО) и др. С помощью «Модуля природопользователя» можно производить формирование статистической отчетности 2-ПП (отходы).

В рабочем пространстве «Модуля» возможно создать модель промышленного предприятия с указанием основных регистрационных данных объекта, количеством промышленных площадок и всех стационарных и передвижных источников загрязнения, списком и объемами выбросов/сбросов загрязняющих веществ и отходов производства и потребления.

Но, как уже отмечалось ранее, «Модуль природопользователя» больше удобен для расчета платы за НВОС промышленным предприятием. С его помощью можно без особых проблем сформировать и отправить в

## *СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.*

---

Росприроднадзор декларацию о плате за НВОС (с 2017 года представлять декларацию в электронном виде обязательно, согласно Приказу Минприроды от 09.09.2017 № 3). Вести в «Модуле» ежедневный учет выброшенных и сброшенных веществ или образовавшихся отходов не совсем удобно, для этих целей есть более подходящие программы. К тому же, в «Модуле природопользователя» нельзя сформировать статистическую отчетность по формам 2-ТП (воздух) и 2-ТП (водхоз).

НПП «Логос-Плюс» имеет многолетний опыт разработки и поддержки программных продуктов для решения задач экологической направленности [5]. Основные программные продукты объединены под общим названием программный комплекс ЭРА. ПК ЭРА предназначен для разработки природоохранной документации для действующих и проектируемых предприятий. ПК ЭРА состоит из нескольких программных блоков, среди которых рассмотрим те, которые могут быть полезны для промышленного предприятия:

- «ЭРА-Воздух»: проведение инвентаризации источников выбросов, включая подготовку и оформление результатов; расчет рассеивания в атмосферном воздухе; построение нормативной и расчетной санитарно-защитной зоны (СЗЗ); наличие нормативной базы загрязняющих веществ в соответствии с действующими гигиеническими нормативами; подготовка статотчетности по форме 2-ТП и др.
- «ЭРА-Шум»: расчет распространения шума от внешних источников; построение расчетной СЗЗ по фактору акустического воздействия; справочники шумовых характеристик оборудования, допустимых уровней шума.
- «ЭРА-Отходы»: инвентаризация и паспортизация отходов предприятия; расчет объемов образования отходов по различным методикам; ФККО; выпуск комплекта документации проекта нормативов образования отходов и лимитов на их размещение (ПНООЛР).
- «ЭРА-Вода»: расчет нормативных допустимых сбросов (НДС) загрязняющих веществ со сточными водами.

Фирма «Логос-плюс» предоставляет огромный и достаточно исчерпывающий список программного обеспечения для работы эколога на промышленном предприятии не только на территории Российской Федерации, но и Республики Казахстан. Это специальное платное программное обеспечение, с которым затруднительно ознакомиться в учебных целях. Однако, можно сделать вывод, что для ведения ежедневных журналов учета во время производственного контроля на промышленном предприятии ПК ЭРА тоже не так уж удобен. Этот программный продукт больше подходит для создания и обновления основной экологической проектной документации (тома ПДВ, НДС и ПНООЛР) и разрешительной документации предприятия.

Фирма «Интеграл» является лидером по разработке программного обеспечения в области охраны окружающей среды в РФ. На данный момент программы для экологов, разработанные этой компанией, решают максимум задач в области промышленной экологии. В число разработок этой фирмы входят такие программы, как [6]:

- Унифицированная программа расчета загрязнения атмосферы (УПРЗА) «Эколог», с помощью которой осуществляется расчет рассеивания выбросов загрязняющих веществ в воздухе;
- ПДВ «Эколог» - программа для разработки и формирования таблиц проекта предельно допустимых выбросов (ПДВ) предприятия;
- «Эколог-Шум» - программа для расчета распространения шума от внешних источников. Она может быть использована для проектных работ по размещению новых объектов и оценки влияния шума уже существующих на окружающую среду;
- «Отходы» - программа, позволяющая быстро и квалифицированно подготовить ПНООЛР;
- «НДС-Эколог» - программа, предназначенная для расчета НДС предприятий-водопользователей в водные объекты и автоматизации расчетной части нормативов НДС;
- Серия модулей «Экологу предприятия», с помощью которых можно заполнить статистическую отчетность по форме 2-ТП и произвести расчет платы за НВОС.

Фирма «Интеграл» предоставляет огромный и достаточно исчерпывающий список программного обеспечения для работы эколога на предприятии. Это специальное платное программное обеспечение, с которым невозможно ознакомиться в учебных целях.

Все программы «Эколог», приведенные в списке (кроме, «Экологу предприятия») больше подходят для работы эколога-разработчика проектной организации, который занимается разработкой экологической проектной документации предприятия. Эту же функцию могут выполнять уже ранее рассмотренные программные продукты ЭРА. Для ведения же ежедневной статистики НВОС промышленного предприятия разработчики «Интеграла» создали «Экологу предприятия».

Томская компания «Про Сфера» занимается разработкой программного обеспечения «Охрана окружающей среды» на платформе 1С: Предприятие 8.3 для автоматизации природоохранной деятельности на промышленных предприятиях. На сегодняшний день компания выпустила три продукта:

- «Базовая версия» - программа, позволяющая вести учет всех видов загрязнений, аналитику и подготовку статистической отчетности;
- «Комплексная версия» - это программный продукт, в который входят: «1С: Охрана окружающей среды - Предприятие»; «1С: Охрана окружающей среды - Воздух»; «1С: Охрана окружающей среды - Вода»; «1С: Охрана окружающей среды - Отходы»; «1С: Охрана окружающей среды - ИСО 14001» [7]. Эта программа включает в себя деятельность не только инженеров-экологов на предприятии, но и экологов-разработчиков проектной организации.

- «Академическая версия» - специализированная программа, имитирующая природоохранную деятельность промышленного предприятия, которая позволяет дать студентам полное представление о работе эколога.

Программа 1С: Предприятие 8.3 «Охрана окружающей среды» объединила в одну систему только лучшее из имеющихся на российском рынке программ [2]. В отличие от других программных продуктов, она дает возможность ежедневного учета всех видов загрязнений на предприятии и дальнейшего формирования статистической отчетности по ним, что позволяет экономить время при внесении и обработке данных.

Для автоматизации процесса учета следует представить промышленное предприятие в виде электронной модели, подробно описав ее особенности с помощью различных параметров: количество промышленных площадок и стационарных и передвижных источников загрязнения, выбрасываемые и сбрасываемые загрязняющие вещества, образующиеся в результате производства и потребления отходы, наличие договорных отношений с компаниями-контрагентами. В данных об источниках загрязнения необходимо указать их технические характеристики (площадь, высота, температура, мощность выбросов и сбросов и т.д.), режимы работы. Расчеты объемов загрязнений в программе «1С: Охрана окружающей среды» будут произведены точнее при условии проработанности каждой промышленной площадки и источника загрязнения.

#### Литература

1. Коростелев В.С. Применение программного обеспечения ООС - 1С предприятие 8.3 для ведения экологического учета на предприятии // Творчество юных - шаг в успешное будущее: материалы VIII Всероссийской науч. студ. конф. - Томск, 2015. - С. 44-46.
2. Коростелев В.С. Разработка принципов учета природоохранной деятельности предприятия с использованием программного продукта 1С: Предприятие 8.2 «Охрана окружающей среды»: маг. дис. - Томск, 2016. - С. 14-26.
3. Малышева М.С. Роль и значение учета природоохранных мероприятий в современных условиях // Экономическая наука и практика: Материалы III междунар. науч. конф. - Чита, 2014. - С. 76-80.
4. «Модуль природопользователя»: руководство пользователя (версия 3.3) [Электронный ресурс]. URL: <https://help.fsrpn.ru/lk/index/> (дата обращения: 16.01.2018).
5. О компании НПП «Логос-плюс» [Электронный ресурс]. URL: <https://lpp.ru/about/o-nas/> (дата обращения: 16.01.2018).
6. Программные продукты группы компаний «Интеграл» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.integral.ru/shop/index.html> (дата обращения: 16.01.2018).
7. Язык Е.Г. Комплексная система 1С «Охрана окружающей среды» // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XIX Международного симпозиума студ. и молодых ученых. - Томск, 2015. - Т.1. - С. 667-668.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭПИФИТНЫХ МХОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РТУТЬЮ НА ПРИМЕРЕ ОКРЕСТНОСТЕЙ ГОРОДА ТОМСКА

Е.А. Якубович

Научный руководитель доцент А.М. Межибор

*Национальный Исследовательский Томский Политехнический Университет, г. Томск, Россия*

Хозяйственная деятельность человека в последние десятилетия носит разрушительный характер для всех сред окружающей среды. Наибольшие негативные и опасные последствия вызваны загрязнением тяжелыми металлами, которые обладают достаточно высокой токсичностью, а так же имеют свойство накапливаться в природных средах. Более чем в ста городах России концентрации тяжелых металлов значительно превышают их предельно допустимые значения. Сложившаяся ситуация требует организацию неотложного контроля и регулирования [1].

Ртуть является одним из наиболее опасных тяжелых металлов. В соответствии с ГОСТ 17.4.1.02-83 [2], по степени токсического действия на биоту ртуть относится к первому классу опасности. Ртуть используется во многих отраслях промышленности (электротехника, медицина, химическое производство, сельское хозяйство и др.). Кроме того, сжигание угля является крупнейшим отдельно взятым источником эмиссии ртути, в том числе на глобальном уровне [3]. Интенсивный кругооборот ртути и ее соединений определяется ее высокой летучестью, стойкостью, способностью находиться в различных фазовых состояниях, растворимостью в атмосферных осадках, способностью к абсорбции почвой и зелеными насаждениями.

Значительное количество тяжелых металлов, которые негативно сказываются на окружающей природной среде, аккумулируется в почве. Металлы из почвы поступают в растения, далее распространяясь по пищевым цепям. К 2018 году было проведено большое количество исследований, которые подтверждают, что растения являются гипераккумуляторами, способными накапливать тяжелые металлы в значительно больших концентрациях, по сравнению с почвой [4].

Среди высших растений наибольшей аккумулирующей способностью по отношению к тяжелым металлам обладают мхи. Мхи концентрируют металлы и другие микроэлементы преимущественно из воздуха и осадков. Так как мхи не имеют корневой системы, то исключен вклад поступления элементов посредством капиллярного подтягивания из почвы, и атмосферный воздух в данном случае является основным источником. Сбор образцов мхов несложен, а анализ образцов значительно проще, чем у осадков.

Цель настоящих исследований - оценить загрязнение окружающей среды ртутью в населенных пунктах с. Мельниково, д. Петропавловка и СНТ Весна (Томская область) путем определения содержаний ртути в эпифитных (древесных) мхах.

## СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.

В 2017 году были отобраны пробы мхов, произрастающих на коре деревьев, на территории трех населенных пунктов в окрестностях г. Томска: село Мельниково Шегарского района, село Петропавловка Томского района и СНТ «Весна» Томского района. Шегарский район расположен в 60 км западнее от областного центра г. Томска, имеет важное значение в области не только как крупный производитель сельскохозяйственной продукции, но и как важный автотранспортный узел. Через территорию района проходят две важные коммуникации (трубопроводы), поставляющие нефть и газ предприятиям г. Томска и Кузбасса. СНТ «Весна» расположена в черте города Северск, в 20 км к северу от г. Томска. Северск характеризуется не самой благоприятной экологической обстановкой. Вблизи города находится Сибирский Химический комбинат (ОАО «СХК», предприятие ядерно-топливного цикла), имеются хранилища радиоактивных отходов, рядом с «СХК» находится ТЭЦ, работающая на кузнецком каменном угле. Деревня Петропавловка находится в 70 км к северу от г. Томска, в северном направлении от г. Северска. Основным видом деятельности в деревне является добыча гравия, песка и глины.

Для анализа проб мхов был использован атомно-абсорбционный метод на приборе Анализатор ртути «РА-915+» с пиролитической приставкой «ПИРО-915+» в лаборатории микроэлементного анализа Международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» Томского политехнического университета (консультант Н.А. Осипова). Содержание ртути во мхах приводится в таблице.

По полученным результатам анализа, представленным в таблице, можно сделать вывод, что концентрации ртути на территориях с. Мельниково, д. Петропавловка и СНТ Весна находятся в диапазоне от 190,7 до 369,6.

В селе Мельниково высокие показатели содержания ртути могут быть обусловлены наличием дороги федерального уровня с постоянным потоком автотранспорта и высокой производительностью в сельскохозяйственной сфере, наличием печного отопления в частных домах. Ртуть входит в состав некоторых пестицидов, которые используются в сельском хозяйстве для протравливания семян и защиты их от вредителей (гранозан). В животноводстве ртуть используется в ветеринарной практике для профилактики заболевания животных. На территории деревни Петропавловка нет прямых источников загрязнения атмосферного воздуха ртутью. Примечательно, что наибольшие концентрации выявлены как раз в данной деревне, несмотря на отсутствие значимых источников ртути. На территории СНТ Весна и с. Петропавловка, расположенных по направлению преобладающих ветров от г. Северска, в качестве вероятных источников ртути может распространение золы-уноса от Северной ТЭЦ, работающей на угле, а также печное отопление.

**Таблица**  
**Содержание ртути (нг/г) в эпифитных мхах на территориях с. Мельниково, д. Петропавловка и СНТ Весна Томской области**

Место отбора проб	Hg, нг/г (min-max / среднее)	Место отбора проб	Hg, нг/г (min-max / среднее)
с.Мельниково №1	206,8-216,7/211,8	СНТ Весна №2	237,1-252,7/244,9
с.Мельниково №2	206,7- 216/211,3	СНТ Весна №3	226,8-249,9/238,4
с.Мельниково №3	245,5-265,6/255,6	с.Петропавловка №1	226,4-240,8/233,6
с.Мельниково №4	120,8-143,7/128	с.Петропавловка№2	240,2-250,2/245,2
с.Мельниково №5	209,8-220,4/215,1	с.Петропавловка№3	332,4-369,6/351
СНТ Весна №1	190,7-200,2/195,4	с.Петропавловка №4	247,7-252,8/250,7

Таким образом, эпифитные мхи накапливают высокие концентрации ртути при наличии источника, и их применение как биоиндикатора полностью оправдано. В ходе исследования было установлено, что несмотря на отсутствие промышленных предприятий, сельскохозяйственная деятельность населенных пунктов и животноводство могут являться масштабными источниками поступления ртути в биоту. Угольные ТЭС являются доказанным источником загрязнения токсичными микроэлементами окружающей среды, в том числе ртутью, принося ущерб окружающей среде даже на значительных расстояниях (более 20 км). Слаболетучие соединения имеют свойство накапливаться в золе и шлаке, которые удаляются в золошлакоотвалы (ЗШО), а более летучие перемещаются с дымовыми газами. По мере охлаждения летучие соединения либо образуют собственные аэрозольные частицы, либо конденсируются на других аэрозолях и частично удаляются в атмосферу в виде летучей золы или в виде самостоятельной газовой фазы. Субмикронные частицы летучей золы обладают высокой атмосферной подвижностью и осаждаются на почвенно-растительном покрове, что, предположительно, и было установлено в результате анализа эпифитных мхов.

### Литература

1. Скугорева С.Г. Биоаккумуляция и стрессорные эффекты ртути в растениях: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16. Сыктывкар, 2007. - 136 с.
2. ГОСТ 17.4.1.02-83. Охрана природы (ССОП). Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. - Госстандарт, 2008.
3. Крылов Д.А. Негативное влияние элементов-примесей от угольных ТЭС на окружающую среду и здоровье людей // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2017. - № 12. - С.77-87.
4. Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Суханова Н.И. Химия почв. - М.: Изд-во МГУ: Высшая школа, 2005. - 558 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Предисловие</b>	5
<b>Пленарные доклады</b>	
<b>Чубик П.С.</b> Вклад представителей горно-геологической школы Томского политехнического университета в развитие минерально-сырьевой базы России и зарубежья	32
<b>Парначев В.П.</b> О роли М.А. Усова в становлении геологического образования в Сибири	35
<b>Пасечник Е.Ю.</b> В.А. Обручев – первый сибирский геолог к 155 - летию со дня рождения академика В. А. Обручева	41
<b>Секция 1. ПАЛЕОНТОЛОГИЯ, СТРАТИГРАФИЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ</b>	
<b>Айсина Р.Н.</b> Конодонты в вулканических туфах касимовского яруса разреза Усолка (Республика Башкортостан)	44
<b>Бражников Ю.Ю.</b> Предварительные результаты палеонтолого-стратиграфических исследований четвертичных отложений Таштыпской площади (Хакасия)	45
<b>Буянов А.В., Коломиец В.Л., Будаев Р.Ц.</b> Седиментогенез высоких террасоувалов р. Селенга в межгорных впадинах Западного Забайкалья	47
<b>Валитова Л.И., Осипова Е.М., Данукалова Г.А.</b> Состояние изученности пресноводных моллюсков неоплейстоцена нижней Волги	48
<b>Вежновец В., Мележ Т.А.</b> Тектоническое строение и неотектоника Белорусского полесья	50
<b>Галиакберов А.И., Максютова Л.Ф.</b> Лито- и хемотратиграфическое сопоставление верхнеюрских пород Баженовской свиты Западной Сибири и промзинской толщи русской плиты	52
<b>Галсанов З.В., Будаев Р.Ц., Коломиец В.Л.</b> Ветровое рельефо- и осадкообразование долины р. Селенги (Западное Забайкалье)	54
<b>Джалмуханова Р.И., Зорина С.О., Галиакберов А.И., Зарипова Г.М.</b> Событийные уровни верхней юры – нижнего мела Ульяновско-саратовского прогиба (восток русской плиты)	56
<b>Дужникова Е.В.</b> Изучение трещиноватости углей в естественных условиях	58
<b>Забелин В.И.</b> Скорлупа яиц страусов в отложениях неогена и антропогена и её стратиграфическое значение	60
<b>Закирьянов И.Г.</b> Микрофауны и геохимические особенности известняков Липинского лога	62
<b>Зарипова Г.М., Никашин К.И.</b> Проявление раннеаптского глобального аноксического события ОАЕ-1а на востоке Русской плиты	64
<b>Летягина Л., Сарсенбаева А.Н.</b> Палеонтологические остатки нижнего карбона визейского яруса малого Каратау (Южный Казахстан)	66
<b>Липихина Е.Ю., Клейн А.И., Богданович Е.А.</b> Литолого-фациальные критерии расчленения Наунакской и Тюменской свит на Майской площади (Нюрольская впадина юго-востока Западной Сибири)	67
<b>Любченко И.Ю.</b> ГИС-анализ сейсмоструктурной обстановки Анапско-Геленджикского участка побережья северо-западного Кавказа	69
<b>Люкино К.Ю., Чупров С.В.</b> Особенности экзогенных процессов в рельефообразовании географических ландшафтов Забайкальского края	71
<b>Максютова Л.Ф., Галиакберов А.И.</b> Био- и литостратиграфические особенности нижнемеловых и верхнеюрских отложений востока Русской плиты	73
<b>Маханова Н.А., Смагулова И.Б.</b> Оценка устойчивости массива горных пород и руд на руднике Нурказган	75
<b>Мизина Н.В., К.А. Хайруллин К.А.</b> Результаты геоморфологического картирования западной части Самаровской горы (г. Ханты-Мансийск)	77
<b>Мионов В.А.</b> Соотношение исторической геологии и геологии как учения о полезных ископаемых	78
<b>Мусина Е.В.</b> История развития Иртышской зоны смятия на основе изотопного возраста пород	79
<b>Назарова А.М.</b> Литолого-фациальная характеристика среднедевонских отложений рифогенных массивов юго-востока Западной Сибири и оценка их нефтегазоносности	81
<b>Осипова Е.А.</b> Значение некоторых представителей порядка Czekanowskiales для расчленения среднеюрских отложений Нюрольской впадины (западная сибирь)	83
<b>Павлова М.Р., Шапошников Г.И.</b> Особенности геологического строения и условия формирования местонахождения мамонтовой фауны «Мегинское» (Приленское плато, Центральная Якутия)	85
<b>Пахмутова К.Д., Стреляев В.И.</b> Нетрадиционный метод выявления золотосодержащих слепых рудных тел (на примере ЮжноЕнисейской тайги)	86
<b>Петрова Д.И., Королёв Э.А.</b> Структурно-минералогические признаки палеопочв в карбонатных комплексах Башкирского яруса	88
<b>Постольник Е.А., Фролов А.О.</b> Стратиграфия и палеогеография среднеюрских флоры и фауны (Тисульский район Кемеровской области и Шарыповский район Красноярского края)	90
<b>Рахимов Т.М.</b> Тектоника Чувашии: горст-грабеновая структура фундамента и прогноз рифей-вендского комплекса по геофизическим данным	92
<b>Рябов И.П.</b> Комплексы бентосных фораминифер сплавнухинской площади (верхний мел)	94
<b>Сагдеева Н.С.</b> Тектоническое строение Исянгуловской площади	96
<b>Самандросова А.С.</b> Позднемеловая флора местонаждений бассейна р. Кия (Кубаево и район д. Подайк) (Чулымно-Енисейский район)	97

<b>Тошева Я.С.</b> Литофациальные и геохимические особенности нефтеносного пласта Ю <sub>4</sub> Усть-Тегусского месторождения (Демьянский нефтегазоносный район)	99
<b>Трушко А.С., Березовский Ю.С.</b> Выявление перспективности бурения скважин в областях тектонических нарушений в палеозойских отложениях Томской области	101
<b>Филимонов А.Н.</b> Некоторые особенности Таштыпского горизонта нижнего девона (ЭМС) (Южно-Минусинская впадина)	102
<b>Юнусова Л.А.</b> Палеоботаническая характеристика Тюменской и Наунакской свит (Нюрольская впадина юго-востока Западной Сибири)	105
<b>Секция 2. МИНЕРАЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ И ПЕТРОГРАФИЯ</b>	
<b>Автушенко Д.М.</b> Механизм микроструктурных преобразований приразломных зон смятия в эксперименте	106
<b>Андреева Ю.С., Сасим С.А., Бычинский В.А.</b> Вещественный состав позднемезозойских вулканитов среднего течения р. Ага (Восточное Забайкалье)	107
<b>Балькова И.В.</b> Формы нахождения металлов во вторичных ореолах проявления медистых песчаников (Западная Чукотка)	109
<b>Бычкова Н.А.</b> Использование петрохимических данных при фациальных реконструкциях на примере отложений непского горизонта венда зоны сочленения непско-ботуобинской антеклизы и предпатомского регионального прогиба	111
<b>Винникова В.А.</b> Исследование степени кристалличности хризопраза проявлений и месторождений России, Казахстана, Австралии	113
<b>Водина Е.С.</b> Геохимические особенности органоминеральных отложений урочища озера Песчаное устьевой части р. Зея	115
<b>Воробьева А.В.</b> Петрохимические особенности ультрамафитов Кызыр-Бурлюкского массива (Западный Саян)	117
<b>Гасанова Э.Р., Мананков А.В.</b> Минералогия синтетических силикатных материалов, их актуальность и перспективы применения	119
<b>Голич А.Н.</b> Петрология и геохимия пород подводной горы Хахаджима (Идзу-Бонин-Марианская система дуга-желоб)	121
<b>Горских Н.Е., Абзаев Ю.А., Мананков А.В.</b> Типоморфизм опалов Мирнинского месторождения (Томская область)	122
<b>Деева Е.С.</b> Минералогия аномально люминесцирующих прослоев баженовской свиты Западно-Сибирского бассейна	125
<b>Иванова О.А., Логвинова А.М.</b> Особенности происхождения алмазов из кимберлитов Снэп Сейк (кратон Слейв, Канада) на основе изучения их морфологии и дефектно-примесного состава азота	126
<b>Каримова Ф.Б., Зенкова С.О.</b> О потенциальной рудоносности магматических образований Алмалык-Ангреского горно-рудного района (Узбекистан)	128
<b>Козыкин В.А.</b> Деформационные структуры оливина в дунитах и гарцбургитах Парамского массива (Северо-Восток Забайкалья)	130
<b>Копобаева А.Н.</b> О современном состоянии геохимических исследований в Центральном Казахстане	132
<b>Коржнева К.Е., Голошумова А.А., Молокеев М.С., Елисеев А.П.</b> Экспериментальное исследование процессов кристаллизации двойных нитратов	133
<b>Кулакова Е.Ю.</b> Сравнительная минералого-петрографическая характеристика базальтов Верхне-Шугорского и Вежаю-Варыквинского месторождений (Средний Тиман)	136
<b>Куликова Е.М.</b> Петрографические особенности мафит-ультрамафитов массивов Ватынской площади (СВ Корякии)	138
<b>Низамова Л.Р.</b> Геохимические методы поисков полезных ископаемых (на примере Исянгуловской площади)	139
<b>Ощепкова А.В.</b> Метод расчета термодинамических свойств иллитов и монтмориллонитов методом физико-химического моделирования	141
<b>Пугачёв И.К.</b> Особенности морфологии эпигенетических минералов продуктивного пласта ЮС <sub>2</sub> нефтяного месторождения X	143
<b>Светлова Ю.Л., Лобзин Е.И., Гайчуков А.А.</b> Современное состояние изученности объектов Карымшинского рудного узла (Центральная Камчатка)	145
<b>Скоморохова А.В.</b> Неоднородность алмазообразующей среды в пределах алаakit-мархинского кимберлитового поля	147
<b>Фаткулин Д.Р.</b> Особенности состава фойдолитов Кия-Шалтырского месторождения нефелиновых руд (Кузнецкий Алатау)	149
<b>Фяйзуллина Р.В.</b> Новые подходы при изучении распределения валентных форм ртути в гетерофазных флюидах	150
<b>Хайртдинова Л.Р.</b> Расчленение метаморфических комплексов кристаллического фундамента Татарского свода по результатам гамма-спектрометрии	152
<b>Чалкова Г.А.</b> Петрографические особенности ультрамафитов Билинского массива (Восточная Тыва)	154
<b>Шевченко Е.А.</b> Минералы-спутники как индикаторы алмазоносности кимберлитовых труб	155
<b>Шумилова Т.Н.</b> Петрографические особенности андезитов и базальтов вулкана Ключевской (Камчатка)	157
<b>Щёголева Е.Н.</b> Петрология ультрамафитов Мончегорского плутона (Карелия)	159
<b>Юричев А.Н.</b> Находки аварунта в Кемпирсайском ультрамафитовом массиве (Южный Урал, Казахстан)	161
<b>Юричев А.Н.</b> Платиноиды из хромититов Кемпирсайского массива (Южный Урал)	162

### Секция 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ

<b>Рудмин М.А., Мазуров А.К.</b> Глауконитовые породы как перспективные попутные продукты Бакчарского месторождения (Томская область)	164
<b>Галиханов А.В.</b> Минералого-геохимические исследования метасоматитов Золоторудного месторождения «Светлое» (Хабаровский край)	166
<b>Голоколосов Д.И.</b> Особенности строения соленосной толщи Гремячинского месторождения калийных солей	167
<b>Егорова Е.О.</b> Прогнозная оценка перспективных участков коренной алмазоносности Сибирской платформы	169
<b>Ерлан А., Бреусов В.Р.</b> Подготовка геологических данных для работы в геоинформационных системах на примере ГИС Micromine	170
<b>Кабирова С.В., Балниязова Г.М.</b> Новые данные по изучению газоносности угольных пластов участка Талдыкудукский Карагандинского угольного бассейна	172
<b>Кирикович А.В.</b> Выделение типовых разрезов карналлитового пласта горизонта 0-7 Любанского месторождения калийно-магниевых солей (Беларусь) на основе кластерного анализа	174
<b>Кравцов В.В.</b> Геология и перспективы золотоносности зоны сочленения Канского выступа и Чулымно-Енисейской впадины (Красноярский край)	176
<b>Куприянюк К.В.</b> Промышленное освоение Лельчицкого месторождения красно-коричневого гранита и перспективы его использования	178
<b>Куприянюк К.В.</b> Возможности использования природных каменных материалов для облицовки станций Минского метрополитена	180
<b>Мокрушников В.П.</b> Геологическое строение и структурный контроль золотого оруденения ртутно-сурьмяного месторождения Чаувай (Киргизия)	182
<b>Охотников К.В.</b> Роль опорных точек разведочной сети и достоверность оценки свойств и качества углей пластов	183
<b>Попов Ю.В.</b> Основные черты геологии и петрографии перспективного Матыскенского платиноносного массива (северо-восточная Камчатка)	185
<b>Сабукевич В.С.</b> Проблемы освоения месторождения Долгинское	187
<b>Семиряков А.С.</b> Формирование золотосульфидного оруденения в пределах северо-восточной зоны смятия (Лениногорский рудный район)	189
<b>Семиряков А.С., Вальков А.Н.</b> К проблеме проведения поисковых работ на благородные металлы и перспективы проявления оруденения Джумбинского рудного поля (Западно-Калбинская металлогеническая зона)	190
<b>Суйекпаев Е.С., Кравченко М.М., Сапаргалиев Е.М.</b> Прогнозная оценка россыпей титана Восточного Казахстана	192
<b>Сухорукова В.А.</b> Зональность метасоматических изменений в породах Центрального золоторудного поля (Кузнецкий Алатау)	194
<b>Федоренко М.И.</b> Строение и петрографический состав Тклаваямской вулкано-тектонической структуры и основные закономерности размещения в нём золото-серебряного оруденения (Камчатский край)	196
<b>Федорова Н.С.</b> История освоения месторождения россыпного золота на участке Воскресенский Увал Северо-Енисейского района (Красноярский край)	197
<b>Федюк Р.С., Тимохин Р.А., Батаршин В.О.</b> Материалы для горных крепей	199
<b>Фоминных П.А.</b> Самородное золото из россыпей Хайрюзовка и Каменка-Барабановская (Салаирский кряж) как инструмент прогноза эндогенного оруденения	201
<b>Цыренов Т.Г.</b> Генетические разновидности полиметаллических руд месторождения Нойон-Тологой	203
<b>Юркова М.В.</b> Метасоматиты рудной зоны «Эмми» золоторудного месторождения «Светлое» (Хабаровский край)	204

### Секция 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

<b>Запивалов Н.П.</b> Юбилей Западно-Сибирской нефти и новые перспективы	206
<b>Алеев И.Р.</b> Эффективность применения химических методов увеличения нефтеотдачи на Яунлорском нефтегазоконденсатном месторождении (Ханты-Мансийский автономный округ – Югра)	214
<b>Альмендингер А.Л.</b> Литолого-петрографическая характеристика нижнемеловых отложений карнавалового нефтяного месторождения (Томская область)	216
<b>Альтемиров Д.В.</b> Комплекс геолого-геохимических исследований, проводимых на Тевлинско-Русскинском месторождении нефти ХМАО	217
<b>Бахлюстов А.И.</b> Определение каналов низкого фильтрационного сопротивления в продуктивных пластах-коллекторах васюганской свиты (Томская область)	219
<b>Беляева К.В.</b> Закономерности современных вертикальных движений на нефтяных и газовых месторождениях припятского прогиба	221
<b>Благовещенская А.И.</b> Анализ выработки запасов нефти из пласта Ю <sub>1</sub> <sup>1-2</sup> линейного нефтяного месторождения (Томская область)	223
<b>Бормотова А.С., Круглов Н.Д.</b> Генезис отложений пластов БВ <sub>8</sub> и БВ <sub>10</sub> Северо-Покачевского месторождения (Западная Сибирь)	224
<b>Босиков И.И., Клюев Р.В.</b> Анализ структурно-текстурных особенностей южнокаспийского бассейна с целью уточнения перспектив нефтегазоносности	226

<b>Босиков И.И., Клюев Р.В.</b> Методы прогнозирования при поисках нефти и газа по геофизическим данным	227
<b>Бояринов Н.А.</b> Литолого-петрографическая характеристика верхнеюрских терригенных отложений пласта Ю <sub>1</sub> <sup>3-4</sup> (СКВ. 25) Южно-Июньского нефтяного месторождения Томской области	229
<b>Витюк Е.С.</b> Комплексный анализ геологического строения месторождения для прогноза распространения песчаных тел-ловушек неокомских отложений (Западная Сибирь)	231
<b>Волкова А.В.</b> Изучение фильтрационных параметров пластов-коллекторов с помощью индикаторных исследований	232
<b>Воробьев В.И., Роотс В.А.</b> Геологическое строение горизонта Ю <sub>1</sub> в восточной части Среднеवासюганского мегавала на примере Мыльджинского нефтегазоконденсатного месторождения	234
<b>Воронин М.А.</b> Особенности геологического строения верхнеюрских отложений в пределах Парабельского мегавала	236
<b>Вязовкина А.О.</b> Анализ условий формирования флюидоупоров рифогенных залежей франско-фаменского возраста в пределах южной части Самарской области	237
<b>Габделвалиева Р.Р., Королёв Э.А.</b> Особенности преобразования кварцевых песчаников в нефтяных залежах на примере Демкинского месторождения	238
<b>Гаврилова К.А.</b> Литологические особенности баженовской свиты на восточно-чижапском мезоподнятии (Томская область)	240
<b>Гаврилова К.А.</b> Проблемы и перспективы освоения нефтяных ресурсов баженовской свиты Западной Сибири	241
<b>Гаврилова К.А.</b> Минералого-геохимические особенности пород баженовской свиты Снежного месторождения (Томская область)	243
<b>Гараева А.Н.</b> Экспериментальное исследование процесса кольматации в поровом пространстве на проницаемость нефтяных коллекторов	245
<b>Гусева С.М.</b> Структурно-тектоническая характеристика южно-карской депрессии	247
<b>Дегтярев В.А.</b> История добычи и перспективы дальнейшей разработки нефтегазовых месторождений Сахалинской области	248
<b>Дорошенко И.</b> Методы изучения осадочных пород	250
<b>Еганова Д.К.</b> Состав, строение и нефтегазоносность осинского и усть-кутского горизонтов Непского свода	252
<b>Жичко Я.Е., Колобова Д.А., Чекушина Ю.В.</b> К вопросу об условиях формирования отложений вогулжинской толщи (на примере Сыморьяхского и Тальникового месторождений Шаимского НГР)	254
<b>Ибатуллин Р.К., Иванцов А.А.</b> Автоадаптация при построении геологических и гидродинамических моделей нефтяных и газовых месторождений	256
<b>Исаков А.Ю., Мельничук О.Ю.</b> К вопросу об источниках сноса во время формирования нижнекаменноугольной Жуковской свиты (Визейский ярус, Восточный склон Среднего Урала)	258
<b>Исламова Н.И., Исламов Т.И.</b> Трудноизвлекаемые запасы нефти. основные понятия. Методы разработки	260
<b>Исмагова Л.И.</b> Анализ выработки запасов нефти из горизонта Ю <sub>1</sub> на примере месторождения Каракудук (Казахстан)	262
<b>Калинин А.Ю., Локтионова О.А.</b> Сейсмогеологическая модель верхнеюрских отложений севера Новосибирской области (на примере Верх-Тарского месторождения)	263
<b>Карих А.А.</b> Особенности распределения вторичных изменений в отложениях пласта Б <sub>5</sub> Усть-Кутского горизонта (Северо-Даниловское месторождение)	265
<b>Кастильо Т.С.</b> Породы-коллекторы бассейна Маракайбо – Венесуэла	267
<b>Кастильо Т.С.</b> Геологическая обстановка бассейна Маракайбо – Венесуэла	268
<b>Кашников С.Г., Чуркин Т.Ю.</b> Тектурные особенности ачимовских отложений Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения	270
<b>Клейн А.И.</b> Литологические особенности надугольной пачки Крапивинского месторождения (на примере скважины №235)	272
<b>Колеватов А.А.</b> Определение и прогноз типа карбонатного трещиноватого коллектора по результатам промысловых исследований скважин	274
<b>Конкин А.И.</b> Зависимость фазовой проницаемости от петрофизических характеристик терригенных коллекторов Западной Сибири	275
<b>Копылов А.В., Репчук С.В., Синебрюхов К.В., Безуглов А.О.</b> Анализ и подбор методов вторичного вскрытия пласта ЮС <sub>2</sub> в зависимости от особенности геологического строения	276
<b>Копылов А.В., Репчук С.В., Синебрюхов К.В., Безуглов А.О.</b> Прогнозирование перспективных палеорусловых отложений пласта ЮС <sub>2</sub>	278
<b>Корчуганов Я.Ю.</b> Изучение геологического строения нижнемеловых пластов-коллекторов в пределах Пур-Тазовской нефтегазосной области на территории Западной Сибири	281
<b>Кочнев А.А.</b> Оценка эффективности технологии радиального бурения в условиях карбонатных коллекторов Пермского края	283
<b>Кулькова С.М.</b> Факторы, влияющие на фильтрационно-емкостные свойства песчаников пласта Ю <sub>1</sub> Трайгородско-Кондаковского нефтяного месторождения (Томская область)	284
<b>Лаухин Л.М., Гончаров И.В.</b> Предпосылки открытия новых залежей углеводородов в доюрском комплексе юго-востока Западной Сибири (на примере Томской области)	286
<b>Лемешева Д.А., К.А. Курдюков</b> Первые попытки интерпретации связи нефтенасыщения пластов с данными петромагнитных исследований шлама (на примере месторождений Самарской области)	288
<b>Лигинькова Я.С.</b> Уточнение геологического строения Малиновской и Бобриковской залежей шершневского месторождения с использованием результатов ГИС	290

<b>Локтионова О.А.</b> Структурно-тектонический анализ и моделирование процессов генерации углеводородов в нижнесреднеюрских отложениях Усть-Тымской мегавпадины	292
<b>Лопатина С.П.</b> Оценка механической нарушенности земель на Верх-Тарском нефтяном месторождении	294
<b>Лопушко А.А.</b> Физико-гидрохимическая характеристика продуктивных коллекторов, вмещающих пород и покрышек Золотухинского месторождения (Припятский прогиб, Республика Беларусь)	295
<b>Любимова М.Ю.</b> Литолого-фациальные условия формирования юрских отложений Карасевской группы месторождений	297
<b>Макарова Н.А.</b> Оценка степени охвата пласта кв Убинского месторождения	300
<b>Манасян Ф.Н.</b> Комплексное изучение геологического строения для оптимизации разработки месторождений (на примере месторождений ЯНАО)	302
<b>Маринов Р.В.</b> Состав, строение и обстановки формирования верхневендских карбонатных продуктивных отложений центральных районов Непско-Ботуобинской антеклизы	303
<b>Мартыненко М.Э.</b> Перспективы применения методов повышения нефтеотдачи с целью эффективности разработки терригенных коллекторов на Мамонтовском нефтяном месторождении (Ханты-Мансийский автономный округ – Югра)	305
<b>Мартыщенко Ж.Д.</b> Особенности вещественного состава и фильтрационно-емкостных свойств продуктивного горизонта НХ-III-IV на примере Ванкорского месторождения	307
<b>Меледин А.С.</b> Уточнение строения пластов БВ10-11 по комплексу актуальных геолого-промысловых данных	308
<b>Мельник Д.С.</b> Оценка генерационного потенциала пород Хатыспытской свиты венда на северо-востоке Сибирской платформы	310
<b>Минин Д.М., Чепала К.К.</b> Анализ выработки запасов нефти из пласта АС <sub>12</sub> Приобского нефтяного месторождения	313
<b>Михайлов Е.И.</b> Нефтегазоносные комплексы и коллекторские свойства коллекторов шельфа Баренцева и Карского морей	315
<b>Никитин О.А., Пирожкова М.А., Савчик Д.М.</b> Уточнение геологического строения Западно-Якутской барьерной рифовой системы с целью поисков перспективных объектов на нефть и газ	317
<b>Николаев Е.Г.</b> Гипсоотложение в скважинах и призабойной зоне	319
<b>Павловец Т.А.</b> Условия формирования и коллекторские свойства придонных отложений надугольной толщи Болтного нефтяного месторождения Томская область)	321
<b>Паначёв А.В., Лободюк И.Е.</b> Анализ эффективности применения гидравлического разрыва пласта для пласта Ю <sub>13</sub> Бахилковского нефтегазоконденсатного месторождения (Тюменская область)	323
<b>Перемитин А.Д., Перемитина Т.О., Яценко И.Г.</b> Анализ качественных характеристик трудноизвлекаемой нефти криолитозоны Западной Сибири с помощью ГИС-технологий	324
<b>Пикатова М.В.</b> Сравнительная оценка перспектив нефтегазоносности межгорных впадин Бурятии и Забайкальского края	326
<b>Пищик А.Д.</b> Особенности литологического состава и фильтрационно-емкостных свойств пластов XVII-XVIII Дагинской свиты месторождения имени Р.С. Мирзоева	327
<b>Пономарева А.В.</b> Изучение трещиноватости ориентированного ядра скважин на примере месторождения Нюрольской структурно-фациальной зоны	329
<b>Пуговкина Ю.С., Кудряшова Л.К.</b> Выделение зон улучшенных коллекторов в палеозойских образованиях Нюрольской мегавпадины (Томская область)	321
<b>Пунтус Е.В.</b> Перспективы нефтегазоносности пермских отложений Самарского поволжья	332
<b>Реховская В.А.</b> Анализ разработки продуктивного пласта БС <sub>8</sub> Мамонтовского нефтяного месторождения (Ханты-Мансийский автономный округ – Югра)	333
<b>Романов П.Е.</b> Структурная характеристика и анализ истории тектонического развития зоны сочленения Каймысовского свода и Нюрольской мегавпадины	335
<b>Савчик Д.М., Пирожкова М.А., Никитин О.А.</b> Результаты 1D и 2D моделирования осадочного бассейна в южной части Анабарской антеклизы	337
<b>Сайтов Р.М.</b> Перспективы нефтеносности баженовской свиты в центральной части широтного Приобья	339
<b>Салахов Р.Р.</b> Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности венд-рифейских отложений Алдано-Майской впадины	341
<b>Санникова И.А., Большакова М.А., Сауткин Р.С.</b> Применение метода бассейнового анализа при поиске нетрадиционных залежей в доманиковых отложениях Тимано-Печорского бассейна	342
<b>Сарычева О.В.</b> Применение комплексного подхода изучения на территории шельфа Арктических морей	344
<b>Севостьянова Р.Ф.</b> Влияние разломной тектоники на формирование и строение залежей нефти и газа в северной части Непско-Ботуобинской НГО (Сибирская платформа)	346
<b>Солмин А.Е.</b> Сравнительная сейсмогеологическая характеристика осадочного комплекса Ямальской и Гыданской нефтегазоносных областей по данным интерпретации региональных сейсмических профилей МОГТ	347
<b>Стрельников М.П.</b> Выделение перерывов в осадконакоплении по шламу	349
<b>Сундукова М.С.</b> Исследование эффективности разделения нефте- и водонасыщенных пластов в условиях глинистых разрезов	350
<b>Темная Н.В.</b> Фациальные особенности и седиментогенез нефтеносных карбонатных пород Башкирского яруса Волго-Уральского региона	351
<b>Тимиртдинов А.Ю.</b> Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности Ванаварской свиты венда юго-востока Байкитской НГО	352
<b>Титов И.В., Стреляев В.И.</b> Геометризация зон формирования пород-коллекторов в	

кембрийско-нижнедевонских карбонатных образованиях Нюрольского осадочного бассейна юго-восточной части Западно-Сибирской геосинеклизы	354
<b>Третьякова М.И.</b> Применение литолого-геохимических методов для расчленения и корреляции продуктивных средне-верхнеюрских отложений юго-востока Западной Сибири	356
<b>Трушкина А.Е.</b> Комплексы ихнофоссилий в разнофациальных отложениях Танопчинской свиты (верхний готерив-апт) Гыданской НГО	357
<b>Хабибуллина Н.И.</b> Глинистые компоненты терригенных пород и их влияние на коллекторские свойства	359
<b>Шаваров Р.Д.</b> Литологические факторы формирования коллекторов в докембрийском разрезе восточной части Лено-Анабарской НГО	360
<b>Шаталов И.И.</b> Поиск новых объектов под ВПХГ для нужд месторождений Иркутской области	363
<b>Южаков А.Л.</b> Анализ эффективности проведения ГТМ в зависимости от фациальной зональности для месторождений березниковского палеоплато	365

### **Секция 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

<b>Адамбаева А.Б.</b> Основные петрофизические зависимости пород нефтяного месторождения Аккудук	367
<b>Азаров А.В., Яблоков А.В., Сердюков А.С.</b> Локация гармонических микросейсмических источников на основе выделения фаз сигнала	369
<b>Азаров А.В., Яблоков А.В., Сердюков А.С.</b> Способ автоматического пикирования дисперсионных кривых фазовых скоростей поверхностных волн	371
<b>Алеева А.О.</b> Моделирование взаимодействия трещиноватой породы с акустической волной	373
<b>Андросенко О.И., Иголкин В.И., Пантелеев К.А.</b> Опыт компьютерной интерпретации материалов поисковых работ методом БДК	374
<b>Антропова Е.Г.</b> Изучение инженерно-геологических условий верхней части борта разреза методом электрических зондирований	375
<b>Базылев М.М.</b> Основные геофизические методы, применяемые в процессе бурения	377
<b>Байкенжина А.Ж.</b> Выявление методом МОГТ-3D и картирование выбросоопасных зон (в условиях Карагандинского угольного бассейна)	379
<b>Васильева М.А.</b> Оценка представительности каталогов землетрясений Приамурья за 2003-2011 гг.	381
<b>Волкова А.А.</b> Выбор оптимальных параметров сейсмического фациального анализа при изучении палеозойских отложений Западной Сибири	383
<b>Ворошилов В.А., Михайлюк С.А., Асанова К.И.</b> Исследование участка Пеннинских гор на наличие интрузивных тел при помощи магниторазведки	385
<b>Вязовкина Е.О.</b> Методы повышения разрешающей способности сейсморазведки	387
<b>Вязовкина А.О., Вязовкина Е.О.</b> Моделирование упругих свойств горных пород на примере Южного участка	389
<b>Ефремов И.Д., Овчинникова Е.А.</b> Использование программы Zond 2.0 для интерпретации и визуализации данных электроразведочной съемки на Пермском месторождении гипса	391
<b>Иолчуев А.М.</b> Оценка сейсмичности площадки строительства многоэтажного жилого дома по ул. Железнодорожная в г. Краснодаре	393
<b>Ислямова А.А.</b> Оценка устойчивости гравитационного оползня по наблюдаемым и расчетным сейсмическим колебаниям на поверхности	395
<b>Калейчик П.А.</b> История появления, развития и становления электроразведки	397
<b>Кауркин М.Д.</b> Применение программ Deepsoil, NERA, EERA для расчёта сейсмических воздействий	399
<b>Кауркин М.Д., Несынов В.В., Андреев Д.О.</b> Особенности проведения сейсмического микрорайонирования на объектах нефтегазового комплекса в акватории Каспийского моря	401
<b>Кириллина М.С.</b> Моделирование термической истории баженовской свиты в скважинах Парабельского мегавыступа	402
<b>Колмаков А.Ю.</b> Исследование палеомагнитной стабильности отложений нижнемелового нефтегазоносного комплекса Большехетской террасы	404
<b>Копытов Е.В.</b> Восстановление анизотропии сопротивления по данным высокочастотного электромагнитного каротажа в субгоризонтальных скважинах	406
<b>Кпата Мак Эгни Ричмонд Элочж</b> Геофизическая изученность месторождении углеводородов в Cote D'Ivoire	408
<b>Крутенко Д.С., Галиева М.Ф.</b> Глубинный тепловой поток и нефтегазоносность Ямала	410
<b>Леденгский Р.А., Лазарев Ф.Д., Кирплюк П.В.</b> Радиогеохимическое картирование метасоматической зональности	412
<b>Литвиченко Д.А.</b> Влияние эксцентриситета каротажного прибора на трансформации сигналов высокочастотного электромагнитного каротажа	414
<b>Лунёва Т.Е.</b> Применение геотермии при поисках трудноизвлекаемых запасов нефти в палеозойском резервуаре (на примере Нюрольской мегавпадины)	415
<b>Мадишева Р.К.</b> Определение проницаемости горных пород	417
<b>Меренкова А.С.</b> Моделирование термической истории Баженовской свиты в скважинах Каймысовского свода	419
<b>Москалев Г.В.</b> Выделение интервалов стоянки аппаратуры скл-160 в реальных каротажных данных на месторождениях Западной Сибири	421

<b>Мохирева А.С., Макарова В.А.</b> Интерпретация данных термометрии при определении интервалов притока в горизонтальных скважинах	423
<b>Мурыськин А.С.</b> Экспресс-оценка регистрационных возможностей сети сейсмологических станций с применением формулы Рихтера	425
<b>Окс Л.С., Шубина М.Д.</b> Сопоставление аналитических и статистических подходов к оценке пористости газонасыщенных интервалов на примере ряда месторождений Западно-Кубанского прогиба	426
<b>Отгонбаяр Сансар</b> Физико-геологическая модель медно-порфировых месторождений Монголии	428
<b>Павлова Д.М.</b> Геоэлектрические, гидродинамические и геомеханические характеристики юрского нефтяного коллектора по данным скважинной геоэлектрики и численного моделирования	430
<b>Погребняк О.В.</b> Применение спектрометрического импульсного нейтрон-гамма каротажа для оценки текущей нефтегазонасыщенности в терригенных пластах месторождений южного шельфа Вьетнама	431
<b>Прохорова П.Н.</b> Численное моделирование тектонической и термической истории Кындальского грабена Буреинского бассейна (Дальний Восток России)	434
<b>Рагозин И.Д.</b> Геофизические особенности Баженовской свиты Мыльджинского и Казанского нефтегазоконденсатных месторождений	436
<b>Стоцкий В.В.</b> Термополе и районирование сланцевой нефтеносности южного сегмента Колтогорско-Уренгойского палеорифта	438
<b>Тебаева А.Ю.</b> Учет погрешностей при инструментальном рентгенофлуоресцентном анализе	439
<b>Тен В.В.</b> Миграционные преобразования в сейсморазведке МОГТ при решении задач выделения криволинейных и наклонных границ	441
<b>Терпогосьянц А.А.</b> Сейсморазведочные работы методом МПВ по определению устойчивости земляной плотины Краснодарского водохранилища	444
<b>Тихонова С.А.</b> Применение высокочастотной сейсморазведки 3D при проведении алмазопроисковых работ в пределах Якутской алмазонасной провинции	446
<b>Трапезникова А.Б., Мурыськин А.С., Асанова К.И.</b> Расчет петрофизических коэффициентов по данным комплекса геофизических исследований скважин	448
<b>Узбеков А.Н.</b> Техногенная и тектоническая сейсмичность в Центральном Казахстане	450
<b>Федоров А.А., Сясько А.А.</b> Выделение опасных геологических процессов и условий комплексом геофизических методов на хвостохранилище горно-обогатительного комбината месторождения «Нежданское»	452
<b>Фельдман А.Г., Сарвар С.С., Иголкин В.И.</b> Оценка глубинности метода БДК по составляющим параметра первого слоя	453
<b>Чубаров Д.Л.</b> Роль приливных сил как триггера землетрясений, ранжированных по широтам	455
<b>Шестаков В.В., Аржаник А.А., Шевченко А.А.</b> Выбор информативного сейсмического атрибута для построения трехмерной петрофизической модели	456
<b>Яковенко Н.В.</b> Влияние литолого-фациальной зональности на интерпретацию данных ГИС на примере Крапивинского месторождения	458

## **Секция 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

<b>Адилъбекова Р., Сарсенбаева А.Н.</b> Минеральные воды Алматы	462
<b>Акбашева З.Р.</b> Химический состав вод родников в бассейне р. Хемчик (Западная Тува)	464
<b>Андриенко А.А.</b> Моделирование прогноза режима подземных вод в зоне влияния Краснодарского водохранилища	466
<b>Антонова Е.С., Баранова А.А.</b> Обоснование размеров зоны санитарной охраны водозабора ООО «Межениновская птицефабрика» с использованием численного моделирования (г. Томск)	468
<b>Баранова А.А.</b> Количественная оценка дренажных вод на территории полигона ТБО, в связи с выводом его из эксплуатации (г. Томск)	470
<b>Белов К.В., Васильева Д.Э., Черкинская М.А.</b> Проявления карстовых процессов на реке Рагуша в Бокситогорском районе Ленинградской области	471
<b>Пономарев А.Д.</b> О проблеме засоления понт-мэотического водоносного горизонта на территории Красноперекоского района Республики Крым	473
<b>Галеева Э.И.</b> Районирование инженерно-геокриологических условий территории берегового НГКМ посредством картирования с целью оценки и прогноза состояния природной среды	474
<b>Белов К.В., Васильева Д.Э., Черкинская М.А.</b> Влияние химического состава подземных вод на процесс образования малахита (на примере зоны гипергенеза сульфидных месторождений)	477
<b>Галеева Э.И.</b> Геокриологическое районирование Восточно-Мессояхского нефтегазоконденсатного месторождения для оценки и прогноза состояния природной среды	478
<b>Гридасов А.Г.</b> Прогнозирование влияния добычи метана из угольных пластов на подземные воды Тулунского района Кузнецкого бассейна	480
<b>Глазунова А.С., Садыкова Я.В.</b> НГР (Томская И Новосибирская области)	482
<b>Григорьев Д.О.</b> Результаты петрографического анализа и экспериментальных исследований анизотропных лессовидных грунтов	484
<b>Деева Ю.А.</b> Обоснование границ зоны санитарной охраны водозабора с использованием математического моделирования (Фиолентовское шоссе, г. Севастополь)	486
<b>Дмитриева С.А.</b> Природные особенности Таштагольского железорудного месторождения	487
<b>Епифанова Е.А.</b> Оценка деформаций исторического здания в Томске с помощью наземного	

лазерного сканирования и конечно-элементного моделирования	490
<b>Еркинбеков А.Д., Филимоненко Е.А.</b> Гидрогеохимические особенности природных вод Мало-Тарьинского рудного поля (Республика Саха)	492
<b>Журавлев А.А., Афанасьева М.И.</b> Особенности двустороннего влияния прибрежной зоны и р. Амур	494
<b>Зайцева Ю.П.</b> Обоснование зоны санитарной охраны водозабора детского лагеря «Орленок» Березовского городского округа с использованием численного моделирования	496
<b>Зверева И.А.</b> Изменение деформации набухания в зависимости от концентрации соляных растворов	498
<b>Золотарев А.А.</b> Разработка методики комплексной инженерно-геологической оценки устойчивости территории к эрозионным процессам (на примере предгорных и горных районов Краснодарского края)	500
<b>Изотова В.А.</b> К вопросу о динамическом воздействии на геологическую среду Васильевского острова города Санкт-Петербурга	502
<b>Карманова А.В.</b> Влияние водоподготовки на химический состав железосодержащих осадков	504
<b>Кашеварова А.А.</b> Изменение гранулометрического состава глин при воздействии ультразвуковых волн	506
<b>Кириллин И.А., Лазарев Д.А.</b> Результаты испытания горных пород на разрыв на образцах специальной формы	507
<b>Коржова Т.В.</b> Мониторинг опасных геологических процессов на территории г. Томска	509
<b>Курулюк И.Е.</b> Использование данных атмосферных явлений в системе мониторинга оползневых процессов Лагерного сада города Томска	511
<b>Лопухова А.О.</b> Анализ инженерно-геологических условий территории Краснодарского края на основе тематических цифровых карт	513
<b>Мулин И.М.</b> Прогноз изменения гидрогеологических условий при строительстве инженерных сооружений с водопонижением	516
<b>Надеждина Ю.Ю.</b> Природные особенности района строительства железной дороги Элегест-Кызыл-Курагино	517
<b>Парахня С.С., Мележ Т.А.</b> Гидрогеологические условия Белорусского полесья	519
<b>Польшикова А.Е.</b> Консервация поверхностных хранилищ жидких радиоактивных отходов на примере АО «СХК»	521
<b>Сагингалиев Ч.Б.</b> Гидрогеологические условия долины р. Шаган в связи с отработкой угольного месторождения Каражыра на территории бывшего Семипалатинского полигона	523
<b>Самушева А.А.</b> Практика применения термодинамических расчётов при водопользовании	525
<b>Танинкова В.С.</b> Схематизация инженерно-геологических условий и характеристика прибортовых массивов карьеров (на примере месторождений Южного Казахстана)	527
<b>Тармёнок К.О.</b> Типизация грунтовых толщ Северо-Даниловского нефтеконденсатного месторождения по мерзлотным характеристикам	529
<b>Федченко К.А.</b> Разработка критериев инженерно-геологического районирования для строительного освоения района Закамье Республики Татарстан	531
<b>Филин Р.А.</b> Комплексные гидрогеологические исследования на месторождениях Архангельской алмазоносной провинции	533
<b>Хузина А.Ф., Королёв Э.А.</b> Инженерно-геологические условия площадки под строительство подземного тоннеля Казанского зооботанического сада	535
<b>Юдин С.В.</b> Гидрогеология нефтегазоносных отложений Южно-Ямальского нефтегазоносного района	537
<b>Яббарова Е.Н.</b> Влияние размера частиц песчаного грунта на сопротивление срезу	539

## Секция 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ

<b>Балогланов Э.Э., Аббасов О.Р., Ахундов Р.В.</b> Аномальные изменения наблюдаемых гидрохимических показателей сопочных вод вулкана в связи с сейсмической активностью и извержениями грязевых вулканов	541
<b>Белозерцева Е.Е.</b> Расчет термодинамических параметров минералов, входящих в состав цемента, используемых в строительстве	543
<b>Бендер А.Г.</b> Мониторинг влияния полигона отходов на состояние водного объекта-реки Каменка (Томский район).	544
<b>Берлизова А.Д.</b> Пространственная изменчивость химического состава р. Лена	546
<b>Васина Е.В.</b> Особенности химического состава вод прибрежной части Арктических морей	548
<b>Ворожейкина Е.А.</b> Поведение фторид-иона в водах природного комплекса Тары	550
<b>Галиева А.Р., Курлянов Н.А.</b> Характер и динамика изменения гидрогеоэкологических условий в районе комплекса нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов в г. Нижнекамске Республики Татарстан	552
<b>Демонина А.Ю., Брагин И.В.</b> Минералогический и химический состав водовмещающих пород месторождения термальных вод Ходжа-Оби-Гарм (Таджикистан)	554
<b>Догадина Л.А.</b> Экспериментальное моделирование состава подотвальных вод при складировании пород Верхне-Кричалской лицензионной площади (Западная Чукотка)	556
<b>Дребот В.В.</b> Химический состав подземных вод района Торейских озёр (Забайкальский край, Россия)	558
<b>Еремнина А.В.</b> Особенности химического состава вод университетских родников (г. Томск)	560
<b>Жаворонко В.С.</b> Влияние очистных сооружений города Талдыкорган на качество воды в реке Каратал	563
<b>Заборовская Е.А.</b> Детальный анализ загрязнения природных вод нефтепродуктами на гидропостах Ковдорского горно-обогатительного комбината	564

<b>Заборовская Е.А.</b> Влияние деятельности Ковдорского горно-обогатительного комбината на содержание нитритов в природных водах в период 2014-2016 годов.	566
<b>Зеленковский П.С., Подлипский И.И., Копылова В.И., Чубарова Ю.М.</b> Физико-химическая характеристика некоторых озер национального парка «Смоленское поозерье»	568
<b>Зиновик К.В., Кицула А.М.</b> Химический состав подземных вод в районе расположения предприятий агропромышленного комплекса (Томский район)	570
<b>Зиппа Е.В.</b> Изотопный состав термальных вод провинции Цзянси	572
<b>Кивилева З.В.</b> Особенности химического состава подземных вод водозаборных скважин Добрянского района Пермского края	574
<b>Ким Е.С.</b> Влияние горнодобывающей промышленности на качество вод	576
<b>Комарова Е.В.</b> Районирование водосборной территории р. Салгир по условиям использования водных ресурсов малых водохранилищ (Республика Крым)	578
<b>Кориневская Е.С.</b> Характеристика загрязнения вод Ковдорского горно-обогатительного комбината стронцием и железом	580
<b>Ляховская А.К., Шибяева А.С., Горбунцов Д.А.</b> Эколого-геологическая оценка залива Импилахти и части его водосборной площади	581
<b>Михайлова Е.А.</b> Геохимические особенности состава грунтов (водной вытяжки) сельскохозяйственных территорий	583
<b>Нургалиева А.И.</b> Гидрогеохимия минеральных вод Малкинского месторождения (Камчатский край)	585
<b>Омельченко О.В.</b> Углекислые лечебные воды и их классификация	587
<b>Рябченко Н.С.</b> Геоэкологическое состояние поверхностных вод Республики Беларусь (на примере Днепра, Припяти и Западного Буга)	589
<b>Смышляева О.Н.</b> Исследование гидравлической взаимосвязи водоносных комплексов, эксплуатируемых Томским подземным водозабором, на основе гидрогеохимических данных (Томский район)	591
<b>Стрильчук Н.А.</b> Моделирование состава подотвальных вод при освоении месторождений Баимской меднорудной зоны (по экспериментальным данным)	593
<b>Торопов А.С.</b> Формы нахождения элементов в модельных растворах – аналогах природных вод	594
<b>Улаева С.С.</b> Краткая экологическая характеристика природных компонентов на территории Ильбокичского лицензионного участка (Красноярский край)	596
<b>Чиркова Е.А.</b> Гидрогеологические условия накопления редкоземельных элементов в минеральных водах Кавказа	599

## **Секция 8. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ**

<b>Антохонова В.И.</b> Анализ правового режима предоставления земельных участков для садоводства, огородничества и дачного строительства в условиях изменения земельного законодательства	601
<b>Балапанова Д.Р.</b> Выявление экологических проблем землеустройства в районах с развитой горно-металлургической промышленностью (на примере г. Усть-Каменогорск Казахстан)	602
<b>Бедрицкий Р.В., Тиспирекв Р.П.</b> Анализ деградации земель санитарно-защитной зоны воздушных линий сверхвысокого напряжения	604
<b>Белков С.Г.</b> Использование данных со спутника Landsat 8 для выявления возгорания угольных отвалов (на примере Кемеровской области)	606
<b>Белуsoва К.В.</b> Методические положения по формированию эколого-хозяйственного каркаса с учетом особенностей Ямальского района Ямало-Ненецкого автономного округа	608
<b>Бузина А.Ю.</b> Развитие территории д. Губино в условиях ограниченного использования зоны санитарной охраны Томского подземного водозабора	610
<b>Гаспаревич И.А.</b> Современное состояние земельного фонда и земельных ресурсов Республики Беларусь	612
<b>Гатина Н.В., Козина М.В.</b> Роль инженерных изыскания при разработке проектов планировки и межевания территории	613
<b>Голещихина А.А.</b> Анализ физических свойств при проектировании снежных отвалов (г. Томск)	615
<b>Демидова И.В.</b> О последствиях аварии на Чернобыльской АЭС для Чериковского района Могилевской области	617
<b>Ерохина Л.М., Сапоненко Д.В.</b> Разработка вариантов размещения севооборотов в СПК «Олекшицы» Берестовицкого района	618
<b>Ивашова В.С.</b> Эффективность применения данных кадастра недвижимости и мониторинга земель при осуществлении государственной кадастровой оценки	620
<b>Ивулина В.В.</b> Радиоактивное загрязнение земель Рогачевского района Гомельской области	622
<b>Калинкина Э.Р.</b> Проблемы организации и развития инфраструктуры особо охраняемых природных территорий г. Томска	624
<b>Каташова А.Е.</b> Правовое регулирование использования земельных участков, занятых ТКО, на примере Томского района	626
<b>Каташова А.Е.</b> Особенности землеустройства территорий, занятых свалками ТКО, в рекреационных зонах (на примере г. Томска)	628
<b>Киселева А.Е., Ерёмин Л.Л.</b> Зимнее обеспечение пропускной способности магистральных улиц города Томска	630
<b>Киселева А.Е., Ерёмин Л.Л.</b> Проблема отвода земельных участков при реконструкции магистральной улицы города Томска	632

<b>Колодная М.И.</b> Повышение объективности государственной кадастровой оценки на основе уточнения фактического использования земельного участка и расположенных на нем объектов капитального строительства	634
<b>Кониловская Т.А., Матвеева А.А.</b> Сохранение и использование объектов историко-культурного наследия г. Тюмени	636
<b>Кравченко Д.С.</b> Хойникский район. последствия аварии на Чербыльской атомной электростанции	638
<b>Крупский А.С., Катаев М.Ю.</b> Динамика сбора данных с протяжённого объекта двумя цепочками БПЛА на противоположных курсах	639
<b>Кузикова В.А.</b> Практические проблемы предоставления земельных участков льготной категории граждан для индивидуального жилищного строительства на территории муниципального образования «город Томск»	641
<b>Лазарева Л.К.</b> Особенности формирования земельных участков под линейными объектами капитального строительства на примере автомобильной дороги «Обход г. Хабаровска км13 - км 42»	642
<b>Майер С.Э.</b> Оценка рисков с использованием гис-технологий (на примере г. Томска)	644
<b>Макарьцова Е.С.</b> Экологические риски эксплуатации снежных отвалов	646
<b>Маслов К.А.</b> Использование данных дистанционного зондирования Земли для оценки состояния лесов, поврежденных шелкопрядом, в Томской области	648
<b>Махашкеева А.Ю., Миньковская И.А.</b> Формирование водно-земельных отношений при эксплуатации месторождений нефти и газа	650
<b>Мезева П.Д.</b> Особенности государственного кадастрового учета на территории деревни Кудринского участка	652
<b>Мусейко А.В.</b> Кадастровые работы по установлению границ населенного пункта и территориальных зон муниципального образования «Клюквинское сельское поселение» Верхнекетского района Томской области в условиях реформирования земельного законодательства	654
<b>Назарова А.А.</b> Перспективные направления использования земель сельскохозяйственного назначения в Хабаровском крае	656
<b>Нгуен Т.С.</b> Влияние предприятий по добыче бокситов на трансформацию земельных угодий в социалистической Республике Вьетнам	658
<b>Никифорова Т.А.</b> Развитие системы управления земель сельскохозяйственного назначения в Томском районе	659
<b>Новикова А.А., Бирченко Е.А.</b> Принцип формирования границ для создания особо охраняемых природных территорий	661
<b>Ноздрачев В.А.</b> Решение задач землеустройства при эскизном (концептуальном) проектировании объектов транспортной инфраструктуры	663
<b>Пайвина Д.Д.</b> Организация туристско-рекреационного землепользования на основе исследования потенциально-пригодных территорий Нефтеюганского муниципального района	665
<b>Панарина Т.В.</b> Проблемы определения границ земельных участков на территории садовых некоммерческих товариществ при подготовке проекта межевания территории на примере СНТ «Ландыш»	667
<b>Паплёвка Н.Г.</b> Особенности проведения мониторинга сельскохозяйственных земель в Республике Беларусь	669
<b>Парамонова О.К.</b> Анализ данных адресации объектов недвижимости на территории города Минска и Минского района	671
<b>Пилюева П.Д.</b> Сравнительный анализ современного кадастрового учета земель в Российской Федерации и в Европейских государствах	673
<b>Польмская Д.С.</b> Особенности использования земель сельскохозяйственного назначения в границах города и проблемы их кадастровой оценки	675
<b>Поспелова Е.В.</b> Анализ преимуществ и недостатков применения методов ДЗЗ на землях сельскохозяйственного назначения	677
<b>Постернак Т.С., Поспелова Е.В.</b> Возможности спутниковых изображений для оценки степени зарастания лесом сельскохозяйственных угодий	679
<b>Предко Е.В.</b> Оценка влияния фактора «Местоположение» на кадастровую стоимость объекта недвижимости	680
<b>Протасова А.Р.</b> Технологии высокоточного земледелия с применением беспилотного летательного аппарата	682
<b>Редькина В.И.</b> Экологическая безопасность водопользования и землеустройства в условиях эксплуатации Томского подземного водозабора на территории Обь-Томского междуречья	684
<b>Сафронова А.А.</b> Международное право обращения с отходами в Арктике и его нарушения	686
<b>Смирнова А.Ю.</b> Предложения по повышению эффективности государственного надзора за использованием земель в Томской области	688
<b>Старицына Н.А., И.А. Старицына И.А.</b> Проблема поглощения мегаполисом городов - спутников (на примере Свердловской области)	690
<b>Тагиев П.Ю.</b> Возникновение пожаров на землях лесного фонда Томской области	692
<b>Тарасова В.Ю.</b> Анализ производственно -экономической деятельности в РУП «Минское областное агентство по государственной регистрации и земельному кадастру»	694
<b>Титкова Ю.Н.</b> Динамика структуры землепользования Гомельской области	695
<b>Трухова Д.Р.</b> Рациональное использование земель в аграрном секторе в Приморском крае	697
<b>Тырганова А.А.</b> Подходы к землеустройству территории, занятых добывающей промышленностью на примере п.Шерегеш	699
<b>Усеинова Э.С.</b> Влияние автомобилизации населения на развитие улично-дорожной сети города Томска	701
<b>Файт А.В.</b> Анализ особенностей и результатов поиска площадок для размещения сооружений связи	703
<b>Хабаров Д.А.</b> Применение экономико-математических методов и моделей в землеустройстве	705

<b>Хабарова И.А.</b> Анализ эффективности использования ГИС-технологий в системе УЗР муниципальных образований Московской области	706
<b>Черных Е.С.</b> Проблемы землеустройства в зонах проявления неопериодических быстропротекающих процессов	708
<b>Чилингер Л.Н.</b> Экологическая безопасность на территории Обь-Томского междуречья для устойчивого развития территории	710
<b>Чувахова А.Н.</b> Возможность развития использования ГИС-технологий для целей землеустройства	712
<b>Шинковская А.Н.</b> Нарушение градостроительных регламентов на примере строительства асфальтового завода в с. Зоркальцево	714
<b>Шумаева К.В.</b> Атласная интерактивная система по объектам инженерной инфраструктуры для устойчивого развития территории ЮФО РФ	716
<b>Шумилова Е.А.</b> Анализ функционирования особо охраняемых территорий по материалам заказника Федерального значения «Тюменский» Нижнетавдинского района	718
<b>Югина Ю.А.</b> Тенденции развития и реорганизации производственных зон в г. Томске	720
<b>Babur-Caratelli G., Potter M.</b> Woodland belts as a natural solution to resilient water environment in densely populated world	722

### Секция 9. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ И ВОПРОСЫ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

<b>Абрамова В.В.</b> Содержание ртути в мышечной и костной тканях окуна из водоёмов в бассейне реки Оби	724
<b>Агеева Е.В.</b> Индикаторная роль LA/YB соотношения в компонентах природной среды (на примере Томской области)	726
<b>Аксёнова Ю.Э.</b> Оценка класса опасности листового опада тополя на урбанизированных территориях	727
<b>Александрова С.Н., Турсуналиева Е.М.</b> Листья тополя ( <i>populus balsamifera</i> L.) как биогеохимический индикатор ртутной нагрузки на территории городов Алтайского края.	729
<b>Алексеев А.В.</b> Снижение и предотвращение ущерба отвалов горного производства окружающей среде г. Новороссийска	731
<b>Андрушко С.В.</b> История развития и комплексная геоэкологическая оценка урбандшафтов (на примере города Гомель, Республика Беларусь)	733
<b>Баравик О.А.</b> Моделирование современных геодинамических процессов в пределах территории г. Гомеля	735
<b>Бардамова А.Л.</b> Адсорбционные материалы на основе глинистых минералов и органических отходов водоочистки	737
<b>Батгалова И.И.</b> Экологическое зонирование городских территорий на примере Орджоникидзевского района города Уфы	739
<b>Белошейкина А.В., Таловская А.В.</b> Определение состояния атмосферного воздуха в зоне воздействия Сорского горно-обогатительного комбината на основе оценки показателей состояния снежного покрова (Республика Хакасия)	741
<b>Бичайкина Е.И., Азарова В.В.</b> Итоги интеграции территориального фонда геологической информации города Севастополя в информационно-аналитическую систему недропользования РФ	743
<b>Блюм Е.</b> Химические элементы в составе волос детей как индикатор техногенно - измененных территорий на примере поселков Урск и Комсомольск (Кемеровская область)	745
<b>Боев В.В.</b> Цинк в почвах Тюменского Федерального заказника	747
<b>Боженко Н.П.</b> Сравнительная характеристика химического состава эпифитных мхов рекреационных зон городов Ленинска-Кузнецкого и Томска	748
<b>Веневская Н.Н.</b> Анализ геоэкологических условий Верхне-Алиинского золоторудного месторождения	751
<b>Веселова Ю.С.</b> Очистка воды от отходов нефтедобывающих комплексов	753
<b>Винюков Д.А.</b> Обзор исследований снежного покрова как индикатора состояния территорий в окрестностях угледобывающих месторождений (на примере Кемеровской области)	754
<b>Вихот А.Н.</b> Применение сейсмометрического метода в выявлении участков опасности осадочно-просадочных процессов в грунтовой толще оснований фундаментов зданий в условиях г. Сыктывкара	756
<b>Володина Д.А.</b> Геохимия твердой фазы снежного покрова в окрестностях цементного завода (на примере г. Топки Кемеровской области)	758
<b>Вымятнин Е.К., Ильенок С.С.</b> Исследование содержания токсичных элементов-примесей в углях и золах Азейского месторождения	760
<b>Гайдук А.С.</b> Морфометрические характеристики ландшафтов Белоруссии	762
<b>Галушкина Д.Н.</b> Радиоактивные элементы в почвах Северобайкальского района (Республика Бурятия)	763
<b>Гасанова Т.Т.</b> <i>Drosophila melanogaster</i> как тест-объект для оценки биологического воздействия твердой фазы снега	764
<b>Гонтарев М.В.</b> Решение геоэкологических задач с применением изотопов радиоуглерода и урана	766
<b>Гунина Г.А., Романенко Е.А.</b> Изменение гидрологических и гидрохимических характеристик нижнего течения реки Обь под влиянием подводных переходов магистральных трубопроводов	768
<b>Гусева А.С., Устинов С.А., Петров В.А.</b> Применение ГИС-технологий для геоэкологического зонирования (на примере территории Новой Москвы)	770
<b>Дементьева А.В.</b> Изучение крови человека с использованием сканирующей электронной микроскопии	772
<b>Джамбаев М.Т., Брайт Ю.Ю.</b> Минеролого-геохимический состав крови жителей территорий с различной дозой нагрузки	774
<b>Дойникова Е.Е.</b> История формирования экологического каркаса на территории Республики Бурятия	776

<b>Донченко М.И.</b> Особенности элементного состава крови человека в регионах России	778
<b>Доронина В.Д.</b> Эколого - геохимическая характеристика почв Шегарского района Томской области	780
<b>Дорохова Л.А.</b> Биогеохимическая реакция листьев тополя ( <i>populus balsamifera</i> L.) на выбросы соединений фтора от алюминиевого производства	782
<b>Дудкина А.Е.</b> Геоэкологический анализ состояния загрязнения атмосферного воздуха г. Новочеркаска	784
<b>Ергунова Е., Арыстанкызы Н., Сарсенбаева А.Н.</b> Динамика землетрясения в Алматы за период 2016-2017 года	786
<b>Жарский Г.О.</b> Многолетнемерзлые породы и их трансформация под влиянием антропогенных воздействий в нижнем течении р. Надым (на примере Надымского стационара)	788
<b>Журавлев А.А., Афанасьева М.И.</b> Особенности двустороннего влияния прибрежной зоны и р. Амур	790
<b>Забелин В.И.</b> Основные геоэкологические проблемы освоения месторождений (на примере Республики Тува)	792
<b>Заиченко Е.А.</b> Эколого-геохимическая оценка почвенного покрова и поверхностных вод селитебных и рекреационных ландшафтов Черноморского побережья Кавказа	794
<b>Злобина А.Н.</b> Радиоопасность в районах распространения радиоактивных гранитоидов	796
<b>Квашева Е.А., Ушакова Е.С.</b> Применение магнитных углеродных нефтесорбентов в условиях обледенения и низких температур	798
<b>Климова А.А.</b> Комплексный подход к изучению бурового шлама нефтяных месторождений Западной Сибири	800
<b>Ковалёв А.В.</b> Разработка программного обеспечения для моделирования состояния земной поверхности с использованием космоснимков	801
<b>Коваленко В.В.</b> Пространственное распределение и особенности рекультивации промышленных ландшафтов в Республике Беларусь	803
<b>Константинова Е.Ю.</b> Валовые формы тяжелых металлов в поверхностном горизонте почв г. Тюмени	805
<b>Кудрявцева М.Г.</b> Геохимические особенности содержания ртути в депонирующих средах Крайнего Севера	807
<b>Лайхан С.А.</b> Извлечение никеля и железа из отвальных никелевых шлаков хлорсодержащими реагентами	809
<b>Лебединских Э.А.</b> Экологические проблемы при добыче углеводородов на Лугинецком месторождении (Томская область)	811
<b>Максимова А.Ю.</b> Особенности элементного и минерального состава ряски ( <i>lemnaceae</i> ) на территории южных районов Томской области	813
<b>Мартюшова А.И.</b> Влияние климатических факторов на концентрацию загрязнителей в атмосферном воздухе города Тюмень	815
<b>Матвиенко Я.С.</b> Анализ флуктуирующей асимметрии листьев тополя бальзамического в условиях ртутного загрязнения	817
<b>Мельникович Е.А.</b> Геохимические особенности твердой фазы снега в зоне влияния ТЭЦ г. Северска	819
<b>Мишанькин А.Ю., Афанасьев Е.С.</b> Биогеохимическая оценка территории золоторудного месторождения Вьюн (Восточная Якутия)	821
<b>Налегач Н.И.</b> Геоэкологическое состояние и мониторинг почвенного покрова урбанизированных территорий (на примере Республики Беларусь)	823
<b>Нечаев Д.А.</b> Модернизация методов очистки аварийного разлива нефти и нефтепродукта на водной поверхности	825
<b>Новоселов А.А.</b> Особенности карбонатных кор на фасадах различных зданий и сооружений города Тюмени	827
<b>Орлова О.Р.</b> Формы нахождения свинца в различных генетических типах почв (по данным экстракционного фракционирования)	828
<b>Парыгина Р.Ю.</b> Роль палеонтологических и минералогических коллекций в геологическом музее Забайкальского государственного университета для подготовки геологов и экологов в классическом университете	830
<b>Пахунова И.Н.</b> Анализ ландшафтных особенностей распространения лесов Белоруссии с помощью ГИС-технологий	832
<b>Певчев В.В.</b> Пихтовые насаждения в парках г. Томска	834
<b>Полякова Ю.А.</b> Эколого-геохимическое исследование почв промышленных районов Кузбасса	836
<b>Просекин С.Н., Филимонова Л.М.</b> Геоэкологическая оценка техногенного воздействия алюминиевых производств на основе применения геоинформационных систем и физико-химического моделирования	838
<b>Рожнов Д.Н., Днепровская В.П., Алексеева М.Н.</b> Применение данных дистанционного зондирования земли для мониторинга состояния растительного покрова нефтедобывающих территорий Томской области	840
<b>Роскач О.Н.</b> Геоэкологическое районирование Гомельской области	842
<b>Сатиев Д.М.</b> Распределение радионуклидов и минералов в гранулометрических фракциях луговых почв припортового участка штольни №176 испытательной площадки «Дегелен» СИП».	844
<b>Сварацкий Я.И.</b> Оценка природоохранных мероприятий на территории Вахского нефтяного месторождения	846
<b>Сверчков И.П.</b> Хвосты углеобогащения как источник сырья для энергогенерирующих предприятий	848
<b>Селиванова Д.А.</b> Мониторинг содержания углеводородов в почвах распределенного фонда недр Ханты-Мансийского автономного округа-Югры	850
<b>Семченко Т.С.</b> К методике оценки степени техногенного загрязнения почв	852
<b>Силантьева Ю.В., Мирхайдарова Э.Д., Шагаргазина Г.В.</b> Новые подходы в сорбционной очистке промышленных сточных вод от ионов Cu (II) и Zn (II): применение наноматериалов	853
<b>Скрипник М.</b> Роль биологической жидкости в экологическом мониторинге	855
<b>Собакина М.П., Портнягина В.В.</b> Исследование нарушенных земель россыпных месторождений золота Республики Саха (Якутия) методом наземного лазерного сканирования	856

<b>Трус И.Н., Бортник Е.В., Гомеля Н.Д., Терешенко О.Н., Воробьева В.И.</b> Разработка метода очистки сточных вод от ионов меди	859
<b>Турсуналиева Е.М.</b> Опытные-методические и экспериментальные исследования содержания ртути в листьях тополя в городской среде	861
<b>Федорский М.С., Шаврин И.А.</b> Антропогенные геологические процессы: классификация и оценка опасности	863
<b>Фяйзуллина Р.В., Кузнецов Е.В., Салаватова Д.С.</b> Адсорбционное равновесие в системе «ртуть (II) - бентонит»	864
<b>Чалмова И.А.</b> Академгородок - самая чистая часть города Томска	867
<b>Чукаева М.А.</b> Очистка рудничных вод горных предприятий от молибдена с использованием сорбентов на основе отходов производства	869
<b>Шабунин Д.Д.</b> Геохимические особенности солевых отложений природных пресных вод в районах хвостохранилищ горнодобывающих предприятий	870
<b>Шахова Т.С.</b> Оценка загрязнения почв в окрестностях нефтеперерабатывающих предприятий (гг. Омск, Ачинск, Павлодар)	873
<b>Шворнева Е.В.</b> Хвоя как индикатор ртутной нагрузки на территорию Сибири и Дальнего востока	875
<b>Ягницина А.В.</b> Приложение «1С: охрана окружающей среды» как эффективный инструмент эколога на промышленных предприятиях	877
<b>Якубович Е.А.</b> Использование эпифитных мхов для оценки загрязнения окружающей среды ртутью на примере окрестностей города Томска	879

Научное издание

## **ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ И ОСВОЕНИЯ НЕДР**

Труды XXII Международного симпозиума  
имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых,  
посвященного 155-летию со дня рождения академика В.А. Обручева,  
135-летию со дня рождения академика М.А. Усова,  
основателей Сибирской горно-геологической школы,  
и 110-летию первого выпуска горных инженеров в Сибири

Компьютерная верстка

Зарегистрировано в Издательстве ТПУ

Размещено на корпоративном портале ТПУ

---



**Издательство**

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ