

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ 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

*Труды XXV Международного симпозиума
имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных,
посвященного 120-летию горно-геологического образования в Сибири,
125-летию со дня основания Томского политехнического университета*

Томск 2021

УДК 504(063)
ББК 20.1л0
П78

П78 **Проблемы геологии и освоения недр** : труды XXV Международного симпозиума имени академика М.А.Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию горно-геологического образования в Сибири, 125-летию со дня основания Томского политехнического университета. Том 1 / Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2021. – 423 с.

ISBN 978-5-4387-1023-3 (т. 1)
ISBN 978-5-4387-1022-6

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)
ББК 20.1л0

Главный редактор – Н.В. Гусева, заместитель директора ИШПР по научно-образовательной деятельности, доцент, д.г.-м.н.

Ответственный редактор – Е.Ю. Пасечник, доцент, к.г.-м.н.

Ответственные редакторы секций:

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

Секция 2 – Л.Г. Ананьева, доцент, к.г.-м.н.

Секция 3 – А.К. Мазуров, профессор, д.г.-м.н.

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

Секция 5 – В.И. Исаев, профессор, д.г.-м.н.

Секция 6 – Н.В. Гусева, профессор, д.г.-м.н.

Секция 7 – М.В. Козина, доцент, к.т.н.

Секция 8 – Е.Г. Язиков, профессор, д.г.-м.н.

Секция 9 – С.И. Арбузов, профессор, д.г.-м.н.

Секция 10 – П.Н. Зятиков, профессор, д.т.н.

Секция 11 – П.А. Стрижак, профессор, д. ф.-м. н.

Секция 12 (подсекция 1) – В.И. Ерофеев, профессор, д.т.н.

Секция 12 (подсекция 2) – Э.Д. Иванчина, профессор, д.т.н.

Секция 13 – В.И. Верещагин, профессор, д.т.н.

Секция 14 – А.В. Ковалев, доцент, к.т.н.

Секция 15 – К.К. Манабаев, доцент, к.ф.-м.н.

Секция 16 – А.В. Шадрин, профессор, д.т.н.

Секция 17 – С.Н. Харламов, профессор, д.ф.-м.н.

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

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

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

ISBN 978-5-4387-1023-3 (т. 1)
ISBN 978-5-4387-1022-6

© ФГАОУ ВО НИ ТПУ, 2021

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION OF THE RUSSIAN FEDERATION
NATIONAL RESEARCH TOMSK POLYTECHNIC UNIVERSITY
SCHOOL OF EARTH SCIENCES & ENGINEERING



TOMSK
POLYTECHNIC
UNIVERSITY

PROBLEMS OF GEOLOGY AND SUBSURFACE DEVELOPMENT

Part I

*Proceedings of the 25th International Scientific Symposium
of students, postgraduates and young scientists devoted to
the 120 anniversary of mining education in Siberia
and the 125-th anniversary since Tomsk Polytechnic University foundation*

Tomsk 2021

P78 **Problems of Geology and Subsurface Development** : Proceedings of the 25th International Scientific Symposium of students, Postgraduates and young Scientists devoted to the 120 anniversary of mining education in Siberia and the 125-th anniversary since Tomsk Polytechnic University foundation. Part I / Tomsk Polytechnic University. – Tomsk: Tomsk Polytechnic University Publishing House, 2021. – 423 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, geocology, 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 – N.V. Guseva, Deputy Director for Science and Academic Affairs, Professor, Dsc (in Mineralogy)

Executive editor – E.Y. Pasechnik, Associate Professor, PhD (in Mineralogy)

Panels' executive editors:

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

Panel 2 – L.G. Ananieva, Associate Professor, PhD (in Mineralogy)

Panel 3 – A.K. Mazurov, Professor, Dsc (in Mineralogy)

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

Panel 5 – V.I. Isaev, Professor, Dsc (in Mineralogy)

Panel 6 – N.V. Guseva, Professor, Dsc (in Mineralogy)

Panel 7 – M.V. Kozina, Associate Professor, (Engineering Sciences)

Panel 8 – E.G. Yazikov, Professor, Dsc (in Mineralogy)

Panel 9 – S.I. Arbuzov, Professor, Dsc (in Mineralogy)

Panel 10 – P.N. Zyatikov, Associate Professor, PhD (in Mineralogy)

Panel 11 – P.A. Strizhak, Dsc (Physico-Mathematical Sciences)

Panel 12 (1) – V.I. Yerofeyev, Professor, Dsc (Engineering Sciences)

Panel 12 (2) – Ye.D. Ivanchina, Professor, Dsc (Engineering Sciences)

Panel 13 – V.I. Vereshchagin, Professor, Dsc (Engineering Sciences)

Panel 14 – A.V. Kovalev, Associate Professor, PhD (Engineering Sciences)

Panel 15 – K.K. Manabaev, Associate Professor, PhD (Physico-Mathematical Sciences)

Panel 16 – A.V. Shadrina, Associate Professor, Dsc (Engineering Sciences)

Panel 17 – 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)

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

ПРЕДИСЛОВИЕ

В Национальном исследовательском Томском политехническом университете (ТПУ) 5-9 апреля 2021 г. состоялся XXV Международный научный симпозиум имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр», 120-летию горно-геологического образования в Сибири, 125-летию со дня основания Томского политехнического университета.

Организация и проведение XXV Международного научного симпозиума «Проблемы геологии и освоения недр» осуществлялась при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ, ПАО «Газпром» и была поручена Инженерной школе природных ресурсов (ИШПР) Национального исследовательского Томского политехнического университета, 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 ТТИ 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 – 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. Сапгаев – 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 270 – докторами и более 1700 – 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 (почти 2000 студентов, обучающихся по очной форме обучения) 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.

Из-за угрозы распространения COVID-19 симпозиум проводился в онлайн формате.

Симпозиум работал одновременно по 19 секциям: 1 секция – Палеонтология, стратиграфия и региональная геология; 2 секция – Минералогия, геохимия и петрография; 3 секция – Месторождения полезных ископаемых. Современные технологии и методы поисков и разведки МПИ; 4 секция – Геология нефти и газа. Современные методы поисков и разведки углеводородного сырья; 5 секция – Геофизические методы исследования Земли и поисков и разведки месторождений полезных ископаемых; 6 секция – Гидрогеология, инженерная геология и гидрогеоэкология; 7 секция – Землеустройство, кадастр и мониторинг земель; 8 секция – Геоэкология, охрана и защита окружающей среды (Подсекция – «Геоэкология глазами юных»); 9 секция – Геология и разведка руд редких и радиоактивных элементов, стратегические металлы; 10 секция – Современные технологии разработки нефтяных и газовых месторождений; 11 секция – Энергоснабжение и автоматизация объектов нефтегазовой промышленности; 12 секция – Современные технологии подготовки и переработки природных ресурсов (Подсекция 1 – Углеводородное сырье, Подсекция 2 – Химическая технология подготовки и переработки горючих ископаемых); 13 секция – Комплексное использование минерального сырья; 14 секция – Современная техника и технологии бурения скважин; 15 секция – Горное дело. Разработка рудных и нерудных полезных ископаемых. Машины и комплексы; 16 секция – Современная техника и технологии транспортировки и хранения нефти и газа; 17 секция – Математическое моделирование, фундаментальные и численно-экспериментальные исследования в технике и технологиях интенсификации процессов в нефтегазовом деле; 18 секция – Экономика минерального и углеводородного сырья. Природоресурсное право; 19 секция – Геология, горное и нефтегазовое дело (доклады на английском и немецком языках) (Подсекция 1 – Проблемы межкультурной профессиональной коммуникации в условиях глобализации).

Заявки для участия в симпозиуме подали 822 автора России, ближнего и дальнего зарубежья.

В период работы симпозиума на заседаниях 19 секций было представлено 574 доклада: все доклады были заслушаны в онлайн – формате. Активное участие в работе симпозиума приняли иногородние участники, которые представили 197 докладов, 462 участника из г. Томска. По отраслевой принадлежности участники были представлены следующим образом: из ВУЗов – 646: из них Томский политехнический университет – 430, Томский государственный университет – 28, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники – 2, Сибирский государственный медицинский университет – 1, Тюменский индустриальный университет – 13, Санкт-Петербургский Горный университет – 36, Казанский (Приволжский) федеральный университет – 8, Сибирский государственный университет геосистем и технологий – 7, Пермский государственный национальный исследовательский университет – 9, Пермский национальный исследовательский политехнический университет – 26, Сибирский федеральный университет – 12, Карагандинский государственный технический университет (Казахстан) – 8, Новосибирский государственный университет – 1, Тюменский государственный университет – 7,

Тюменский индустриальный университет – 13, Волгоградский государственный университет – 1, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева – 5, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова – 5, Кубанский государственный университет – 2, Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины (Республика Беларусь) – 3, Самарский государственный технический университет – 1, Сахалинский государственный университет – 1, Иркутский национальный исследовательский технический университет – 7, Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И.Сатпаева (Казахстан) – 1, Уфимский государственный нефтяной технический университет – 1, Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет имени В.М.Шукшина – 4, Алтайский государственный университет – 1, Башкирский государственный университет – 5, Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» – 1, Российский государственный геологоразведочный университет им. С. Орджоникидзе – 1, Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева – 1, Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева – 2, Российский университет дружбы народов – 1, Международный университет нефти и газа имени Ягшигелди Какаева (Туркменистан) – 1, Учреждение образования «Полоцкий государственный университет» – 1; из средних специальных образовательных учреждений – 70 (Томский политехнический техникум; Новосибирский техникум геодезии и картографии); из школ – 23, из НАН – 10 (Институт общей и неорганической химии академии наук Республики Узбекистан – 10; из РАН – 28 (Институт химии нефти СО РАН – 5, Дальневосточный геологический институт ДВО РАН – 5, Геологический институт СО РАН – 5, Институт горного дела ИГД СО РАН им. Н.А. Чинакала – 1, Институт динамики геосфер имени академика М.А. Садовского РАН – 2, Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН им. А.А. Трофимука – 2, Институт металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова РАН – 1, Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН – 1, Институт геологии Уфимского научного центра РАН – 1, Институт промышленной экологии УрО РАН – 1, Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН – 1, Пермский федеральный исследовательский центр УО РАН – 2, Институт геологии и природопользования ДВО РАН – 1; из отраслевых НИИ – 20 (Тюменский нефтяной научный центр – 7, АО «ТомскНИПИнефть» – 10, Новосибирский филиал ФГБУ «ВНИГНИ» – 2; Норильский филиал ФГБУ «ВСЕГЕИ» – 1, из производственных организаций – 11 (ПАО НК Роснефть – 1, ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» – 3, ООО «ЛУКОЙЛ –Инжиниринг» – 1, ООО «РН –Пурнефтегаз» – 1, ООО «СургутНИПИнефть» – 1, Хабаровский филиал АО «Полиметалл УК» – 2, ООО ЦНТ «Инструментс» – 1, «НТЦ НИС-Нафtagас» (Сербия) – 1).

Статус участников симпозиума, выступивших с докладами, следующий: школьников – 23, студентов средних специальных образовательных учреждений – 70, студентов ВУЗов – 389, аспирантов – 127, молодых ученых – 105.

Дальнее зарубежье было представлено странами: Гана, Зимбабве, Алжир, ЮАР, Замбия, Сенегал, Вьетнам, Иран, Мали, Сербия, Монголия. Ближнее зарубежье (страны СНГ) было представлено странами: Республика Беларусь, Республика Казахстан, Республика Узбекистан.

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.

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 грантов и договоров, могут быть использованы на производстве. Результаты исследований по ряду представленных докладов имеют акты внедрения и патенты. Участники из других ВУЗов и научных организаций отметили высокий организационный уровень проведения симпозиума.

Во время работы XXV Международного симпозиума был проведен конкурс лучших научных докладов. Лауреаты конкурса лучших докладов по всем научным направлениям (секциям) традиционно награждены дипломами и призами. Всем участникам симпозиума были выданы сертификаты. Все результаты симпозиума размещены на сайте <http://usovma.tpu.ru>.

В рамках XXV Международного научного симпозиума им. академика М. А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы Геологии и освоения недр» сотрудниками Научно-технической библиотеки ТПУ была подготовлена виртуальная выставка: «120 лет горно-геологического образования в Сибири», «История ТПУ: к 125-летию со дня основания Политеха», «Сокровищ земных искатели...» https://portal.tpu.ru/science/konf/usovma/ekskursion_2021.

В рамках симпозиума при поддержке студенческой секции Европейской ассоциации геочеловеческих и инженеров (EAGE) Томского политехнического университета проводилась Геологическая викторина Geo SQuiz. В ней приняли участие 136 человек. Она также проходила онлайн на платформе ТПУ для проведения тестирования. (<https://exam.tpu.ru/event/geosquiz.html>, <https://hwtpu.info/geosquiz/>).

Сборник научных трудов симпозиума зарегистрирован в базе РИНЦ. Материалы и итоги симпозиума размещены на сайте симпозиума.

В своих отчетах о работе секций председатели и секретари отмечают лучшие доклады и важные моменты в работе их секций.

Тематика работ **секции 1 «Палеонтология, стратиграфия и региональная геология. Геонформационный системы в науках о Земле»** посвящена широкому спектру вопросов в области палеонтологии, стратиграфии и региональной геологии. Авторами были продемонстрированы новейшие методы изучения горных пород и окаменелостей, математические, а также классические методы исследований, метод люминесцентной микроскопии и др. Традиционно тематики представленных докладов были в области научных и практических проблем палеонтологии, стратиграфии и перспектив нефтегазоносности.

Круг вопросов был посвящен изучению фауны и флоры, позволяющих проводить стратиграфическое расчленение разрезов и корреляцию. Причем стратиграфический диапазон этих исследований касался всего фанерозоя. Решались также вопросы стратиграфии докембрия на основе новых находок, сделанных при участии самих авторов в

Приуралье и на Сибирской платформе. Много интересных докладов в этом году было посвящено эдиакарской биоте, которая, несомненно, является изученной недостаточно до сих пор. Исследователи с помощью новейших методов препарирования и математического моделирования смогли внести свой весомый вклад в изучение этой биоты, которая несомненно важна как для эволюции жизни в целом, так и для стратиграфии изучаемых районов.

Доклады, представленные на **секцию 2 «Минералогия, геохимия и петрография»** и **секцию 3 «Месторождения полезных ископаемых современных технологий и методы поисков и разведки МПИ. Геоинформационные системы в геологии»** были заслушаны на совместном заседании и полностью отвечают научному направлению и тематике секции, выполнены на высоком уровне. Открыл заседание доклад профессора ТПУ В.Г. Ворошилова, посвященный 125-летию горно-геологической службы, в котором докладчик отметил значительный вклад сотрудников ТТИ/ТПИ/ТПУ в подготовку специалистов горно-геологического профиля, в создании и развитии научной школы по исследованию месторождений полезных ископаемых. В докладе доцента К.Л. Новоселова «К столетию со дня рождения Баженова Александра Ивановича» вспомнили представителя геологической династии, легендарного преподавателя, любимого многими поколениями выпускников Томского политехнического университета. Актуальность докладов участников секций заключается в решении научных и практических проблем в области исследования изучения геологических аспектов месторождений полезных ископаемых. Доклады, представленные на секции, были посвящены исследованиям в разных областях геологии и затрагивали вопросы нефтяной геологии, благородной минерализации, исследованию месторождений черных и цветных металлов, геммологии. Необходимо отметить высокий уровень докладов молодых ученых, которые обязательно используют в своих научных работах как традиционные методы исследования (минералогические, минеграфические, инфракрасную спектроскопию, спектральный и рентгеноструктурный анализ, математическую статистику, геоинформационные методы и др.), так и новейшие методы.

Тематика работ **секции 4 «Геология нефти и газа. Современные методы поисков и разведки углеводородного сырья. Геоинформационные системы в геологии нефти и газа»** посвящена широкому спектру вопросов геологии, поисков и разведки залежей углеводородов, выявлению закономерностей строения, формирования и пространственного размещения месторождений нефти и газа в земной коре в целом и в пределах различных регионов страны и мира.

Традиционно рассматривались вопросы, освещающие ход нефтидогенеза: от геохимических характеристик органического вещества и условий его аккумуляции и захоронения до изменения захороненного органического вещества при стадийном литогенезе и направленности и интенсивности процессов генерации нефти и газа на различных стадиях его термической зрелости. Отдельный круг вопросов посвящен определению критериев научного прогноза, оценке перспектив нефтегазоносности и выбору рациональных методов поиска и разведки залежей нефти и газа, сосредоточенных в недрах земли и приуроченных к терригенным, карбонатным и магматическим комплексам. Анализировались факторы, приводящие к образованию нефтегазоматеринских толщ, пород-коллекторов и флюидоупоров, выяснялись условия их образования, приводилась литологическая характеристика пород и их коллекторские свойства, устанавливались особенности залегания нефтенасыщенных пород в разрезе и закономерности их распространения и пространственной локализации по площади месторождений.

Для характеристики геологического строения месторождений, прогноза фациальных обстановок, выявления перспективных на нефть и газ интервалов и геологических структур широко использовались методы геофизических исследований скважин и сейсмической разведки. В комплексе со стандартными методами изучения продуктивных толщ в целях прогнозирования нефтегазоносности территорий предлагалось использование микросейсмической сейсморазведки и изучение космических снимков.

Одним из важных моментов геологии нефти и газа является реконструкция условий осадконакопления и анализ фациальной изменчивости отложений, вмещающих углеводородные залежи. Этой тематике посвящен целый ряд работ, в которых с позиций ихнофациальных, гранулометрических и литолого-фациальных исследований осуществлялось определение обстановок седиментации; оценивалось влияние условий формирования на коллекторские свойства пород; проводилось вероятностное моделирование фаций в межскважинном пространстве; предлагались современные подходы прогноза фациальных обстановок по данным сейсморазведки.

Наряду с традиционными методами изучения пород, использовались результаты рентгенофазового, рентгеноструктурного анализов, электронного парамагнитного резонанса, растровой электронной микроскопии; предложен новый метод оценки трещиноватости карбонатных коллекторов на основе результатов кругового сканирования с использованием специализированной установки CoreScan 3.

Актуальным направлением исследований является также геологическое моделирование продуктивных пластов и месторождений нефти и газа с применением программного обеспечения: для выявления и анализа двойной пористости в трещинных коллекторах; зон трещиноватости и уточнения положения разломов.

Не остались без внимания вопросы, связанные с разработкой месторождений: проведен анализ современных способов интенсификации добычи и повышения нефтеотдачи, выполнена оценка геолого-физических условий успешного проведения гидроразрыва пласта.

Доклады, представленные на **секцию 5 «Геофизические методы исследования земли и поисков и разведки месторождений полезных ископаемых. Геоинформационные системы в геофизических исследованиях»** освещает актуальные проблемы геолого-геофизической характеристики месторождений нефти и газа. В представленных докладах были отражены следующие направления: разработка подхода спектрального преобразования, позволяющего извлекать точную дисперсионную кривую в протяженном диапазоне частот для коротких баз наблюдения; применение гравитационных и магнитных съемок мелких масштабов в оценке нефтегазоносности Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции; интерпретация циклоседиментограмм; применение георадиолокации при поисках месторождений россыпного золота; определение геолого-геофизических параметров пластов-коллекторов; разработка зонально-блоковой модели северной части Охотоморского региона с использованием современных методов обработки и комплексной интерпретации

геолого-геофизических данных, включая элементы линеamentного анализа и алгоритмы классификаций потенциальных полей; применение комплексной интерпретации данных метода магнитотеллурического зондирования сейсморазведки; применение алгоритмов интерпретации данных сейсмического атрибута ANT-TRACKING; решение обратной задачи геотермии; использование методики оценки ловушек углеводородов геолого-геофизическими методами; подтверждение гипотезы «уникальности» отражения палеозойских залежей УВ в геолого-геофизических параметрах перекрывающего мезозойско-кайнозойского разреза; применение статистически-корреляционного метода интерпретации материалов ГИС; автоматизированного алгоритма увязки данных ГИС/КЕРН; полномасштабного моделирования волновых полей глубинных сейсмических зондирований; метода дистанционного зондирования; разработка эксклюзивной карты мезозойско-кайнозойского теплового потока; палеотемпературное моделирование фанерозойских очагов генерации углеводородов; внедрение георадарной радиометрии с сейсморазведкой и с другими методами электроразведки.

Секцию 6 «Гидрогеология, инженерная геология и гидрогеоэкология. Геоинформационные системы в гидрогеологических исследованиях.» открывал доклад д.г.-м.н., заведующего кафедрой - руководителя отделения геологии на правах кафедры Н.В. Гусевой, который был посвящен современным проблемным тематикам в области гидрогеологии, гидроэкологии, формированию водных ресурсов, инженерной геологии.

Доклады секции включали актуальные вопросы и проблемы, изучаемые сегодня на всей территории нашей страны и ближнего зарубежья: геохимию поверхностных, подземных и термальных вод, формы миграции химических, в т.ч. редкоземельных, элементов и техногенные радионуклиды подземных вод, геоэкологическое состояние поверхностных и подземных водных объектов, водоприитоки в подземные горные выработки, инженерно-геологические изыскания уникальных зданий и сооружений, изменчивость свойств грунтов и многие другие актуальные вопросы.

На 7 секции «Землеустройство, кадастр и мониторинг земель» было представлено 30 докладов. Их высокий научно-технический уровень, отмеченный комиссией секции, а также достаточно большое количество участников, свидетельствуют о повышении интереса к науке среди студентов, аспирантов и научных сотрудников, которые искали ответы на наиболее актуальные вопросы и проблемы в сфере земельно-имущественных отношений, геодезии, землеустройства, Единого государственного реестра недвижимости и мониторинга земель.

В представленных докладах отражены вопросы необходимости использования геоинформационных систем, обоснования градостроительных решений, кадастровой оценки земельных участков и объектов капитального строительства, прогнозирования и планирования урбанизированных территорий и транспортной инфраструктуры, вопросы, связанные с государственным кадастровым учетом земельных участков и зон с особыми условиями использования территорий, регистрацией прав на объекты недвижимости, точностью методов геодезической съемки и мониторинга земель, рационального и эффективного землепользования с нормативно-правовым регулированием землеустроительной и кадастровой деятельностью.

При подведении итогов конкурсным жюри отмечен высокий уровень представленных к обсуждению научно-исследовательских работ, актуальность поднятых вопросов и практико-ориентированность предложений для решения поставленных проблем.

Тематика работ секции 8 «Геоэкология, охрана и защита окружающей среды. Геоинформационные системы в геоэкологии» посвящена работам, затрагивающим аспекты геоэкологии, геохимии, сферу природоохранного законодательства. В докладах, представленных студентами, магистрантами, аспирантами и молодыми учеными, рассматривались уже существующие методики и подходы, а также новые перспективные методы оценки в области геоэкологии и оценки состояния окружающей среды, экологического мониторинга. Научные доклады имеют высокий уровень, характеризуются личным вкладом авторов и практической применимостью. Большинство работ выполнено с использованием современного аналитического оборудования.

На подсекции 8.1 «Геоэкология глазами юных» были представлены доклады самых юных исследователей, которые отличаются высоким уровнем подготовки и соответствуют тематике секции. В докладах рассмотрены темы, касающиеся исторической геологии, минеральных образований, влияния промышленных предприятий на состояние окружающей среды.

На секции 9 «Геология и разведка руд редких и радиоактивных элементов, стратегических металлов» представленные доклады посвящены широкому спектру вопросов геологии, геохимии минералогии, методики поисков, и геолого-экономической оценке месторождений стратегических металлов, выявлению закономерностей строения и условий формирования месторождений редких и радиоактивных металлов, закономерностей пространственного их размещения в геологических структурах и в земной коре в целом.

В докладах рассмотрены новые данные по минералогии, геохимии и условиях формирования эндогенных и экзогенных урановых руд, руд редких и благородных металлов в месторождениях России и Казахстана. Большое внимание уделено исследованию вещественного состава руд и условий их формирования на основе современных методов исследований.

Большой блок исследований посвящен нетрадиционным видам стратегического минерального сырья. Несколько докладов было посвящено металлоносным углям, содержащим промышленные концентрации редких, в том числе редкоземельных элементов. В частности, оригинальный доклад представлен по редкометалльному потенциалу углей Раковского месторождения (Приморье). Рассмотрена роль вулканизма в формировании некоторых типов редкометалльных углей. Большое внимание уделено комплексному характеру большинства известных редкометалльных месторождений, отмечена их полиметалльность.

Тематика работ секции 10 «Современные технологии разработки нефтяных и газовых месторождений», освещают вопросы геолого-физической характеристики месторождений нефти и газа, локализацию и вовлечение в разработку остаточных запасов, современный подход и опыт разработки нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений, технологии и техники добычи нефти и газа в осложненных условиях. Представлены современные подходы к проектированию и усовершенствованию сооружений, технологических

схем, к модернизации процессов добычи, сбора и подготовки нефти и газа, комплексные подходы к проведению геолого-технических мероприятий (ГТМ) на скважинах месторождений, находящихся в поздней стадии разработки, опыт применения различных методов математического моделирования при разработке инновационных решений в области нефтегазового оборудования, были представлены рабочие концентрации полимеров, обеспечивающие эффективное вытеснение нефти агентом в пласте, и проведена оценка изменения вязкости полимерного раствора при различных температурах. Эксплуатация скважин сопряжена с такими осложняющими факторами, как солеотложения, асфальтосмолопарафиновые отложения и гидратообразование, в докладах секции рассматриваются основные методы борьбы с осложнениями, приводится оценка их эффективности и направления дальнейшей работы по поиску и внедрению эффективных технологий. Высокая обводненность добываемой продукции остается в настоящее время одной из наиболее актуальных проблем эксплуатации скважин, в статьях рассмотрены особенности проблем избыточных водопритоков, базовые проблемы, приводящие к преждевременному обводнению, способы их определения и методы решения, а также современные методы и технологии регулирования процесса разработки и наиболее благоприятные геолого-физические условия их применения, в результате исследований выявлен положительный эффект рассматриваемых технологий и даны рекомендации по использованию той или иной технологии для получения наилучшего эффекта. Отдельную проблему представляет эксплуатация малодобитного фонда скважин, системный подход к анализу эксплуатации скважин, позволяющий осуществлять постоянный автоматизированный контроль параметров работы скважины, своевременно реагировать на изменения условий эксплуатации малодобитных скважин, исключать нежелательные режимы работы и предотвращать отказы оборудования, позволит сформировать стабильную положительную динамику роста наработки оборудования, это указывает на эффективность проделанной работы в докладах и перспективность тиражирования представленного анализа в будущем.

На секции **11 «Энергоснабжение и автоматизация объектов нефтегазовой промышленности»** тематика работ посвящена широкому спектру вопросов обеспечения эффективного и надежного энергоснабжения объектов нефтегазовой промышленности, анализу возможности применения новых устройств и технологий, направленных на повышение эффективности технологических процессов выработки тепловой и электрической энергии, в том числе на объектах децентрализованной энергетики.

Традиционно рассматривались общие закономерности физико-химических процессов, моделирование технологических процессов переработки нефтяного газа, снижение вредных выбросов и утилизация накопленных отходов, модели цифровых двойников технологических объектов, реинжиниринг и интеллектуализация автоматизированных систем управления технологическим процессом нефтегазовых месторождений и электрических станций, анализ режимов работы и оборудования действующих электростанций.

Круг вопросов был посвящен оценке применения гетерогенных роботов при проведении инженерных изысканий на нефтегазовых месторождениях, перспектив криптомайнинга на месторождениях нефти и газа и др.

Часть докладов были посвящены задачам моделирования процессов в области энергоснабжения и автоматизации, в том числе для формирования оптимальных настроек систем атематического регулирования генерирующих установок, определения оптимального места и мощности объекта генерации в распределительных сетях.

Отмечены дипломами доклады, в рамках которых были представлены результаты разработки универсальной гибридной модели ветроэнергетической установки, результаты анализа влияния реологии топливных эмульсий на взаимодействие их капель с твердой поверхностью, результаты автоматизации процесса деизогексанизации установки низкотемпературной изомеризации.

Новейшие методы и методики исследований, используемые авторами в своей научной деятельности.

В рамках секции **12 «Современные технологии подготовки и переработки природных ресурсов»** работали 2 подсекции.

Подсекция 1. Углеводородное сырье» посвящена широкому спектру вопросов в области получения, подготовки и переработки различных углеводородных систем: нефти, газоконденсатов, природных и попутных газов и горючих сланцев. В работах использованы различные современные физико-химические методы исследования нефтеполимерных смол, тяжелых фракций нефти, нефтяных остатков (гудроны, битумы нефтяные парафины). Интересные доклады содержат результаты теоретических и экспериментальных исследований различных физико-химических методов и технологий

Доклады, представленные на **подсекцию 2 «Химическая технология подготовки и переработки горючих ископаемых»** посвящены вопросам переработки нефти, газа, в том числе попутного нефтяного газа, угля, а также совместной переработки полезных ископаемых и растительных компонентов для получения моторных топлив. Они освещают следующие направления: повышение глубины переработки нефти, совершенствование технологий переработки нефти и газа, повышение ресурсоэффективности процессов переработки нефти и газа с применением математических моделей, эффективная переработка побочных продуктов и отходов нефтегазоперерабатывающих и углеобогадательных производств, закономерности химических превращений в процессах переработки нефти и газа в моторные топлива и биоразлагаемые ПАВ в производстве синтетических моющих средств, применение присадок для улучшения низкотемпературных свойств дизельных топлив, вовлечение биокомпонентов в переработку нефтяных фракций и в процесс компаундирования для производства экологически чистых моторных топлив, разработка присадок для предотвращения образования нефтяных отложений.

В представленных докладах отражены результаты самостоятельных авторских исследований, полученные в результате обобщения фактического материала, аналитических исследований с применением современных методов, таких как метод математического моделирования, квантово-химические методы расчета термодинамических свойств молекул, хроматография, ИК-спектроскопия, энергодисперсионная рентгенофлуоресцентная спектрометрия.

Доклады секции **13 «Комплексное использование минерального сырья»** посвящены разработке способов использования минерального сырья природного и техногенного происхождения для получения

неметаллических материалов различного назначения. Особое внимание уделяется изучению возможностей использования местного минерального сырья – добываемого в местах проживания исследователей и работы предприятий, использующих данное сырье (Республика Беларусь, Узбекистан, Казахстан).

Работы посвящены отработке как традиционных методов получения силикатных, керамических и композиционных материалов, так и поиску нетрадиционных подходов к получению новых материалов с улучшенными характеристиками (например, фтораммонийная обработка концентратов, резонансно-пульсирующее рафинирование).

Традиционно в секции широко представлены доклады по переработке техногенных видов отходов (в частности, монацитового концентрата, отработанного катализатора, отходов пылегазоочистки, отходов флюоритобогатительной фабрики) с целью решения проблемы утилизации скоплений данных отходов. Разрабатываемые технологии позволяют утилизировать отходы посредством включения их в состав различных материалов и основаны на результатах анализа фазового состава, физико-химических, механических, технологических свойств отходов.

В процессе исследований авторами использовались новейшие методы и методики: рентгенофазовый анализ, дифференциально-термический анализ, электронная микроскопия, химический анализ, определения удельной поверхности по методу БЭТ, и другие методы.

В докладах **14-й секции** 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 вскрытия продуктивных горизонтов, технических средств и технологий для снижения сроков строительства скважин. В ряде докладов представлены результаты разработки новых способов разрушения горных пород. 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.

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 прогнозирования процесса бурения. В ряде докладов излагался ход проектирования и изготовления лабораторных установок для научных исследований в области бурения скважин. Некоторые разработки молодых ученых ориентированы на получение патентов на изобретения или полезную модель.

Актуальность докладов, представленных на **секции 15 «Горное дело. Разработка рудных и нерудных полезных ископаемых. Машины и комплекс»**, состоит в решении научных и практических проблем в области горного дела и разработке твердых полезных ископаемых. Представленные доклады имеют несомненную научную новизну. При исследовании гигроскопических свойств солей калия были определены их кинетические и сорбционные характеристики. Анализ полученных данных позволяет говорить о том, что использование сильвинита и карналита в качестве сорбентов является наиболее эффективным решением при задачах осушения воздуха в локальных зонах и потоках на калийных рудниках. Расширены результаты и углублены исследования в области техники, технологии и организации проведения горно-разведочных выработок в Сибири.

Рассматривались интересные исследования процесса инерционно-ударного разрушения твердых горных пород, приведены испытания лабораторного стенда, который показал работоспособность и возможность разрушения с помощью инерционно-ударного рабочего органа различных твердых материалов и горных пород ударными элементами различной конфигурации.

Часть докладов посвящена особенностям работы гидроимпульсного механизма, представлены методы организации, планирования и обработки результатов инженерного эксперимента по исследованию геометрических параметров снаряда для шароструйного бурения и технологических параметров режима бурения на спроектированном лабораторном стенде в ТПУ, активно исследуемое в Инженерной школе природных ресурсов Томского политехнического университета. Были доклады, посвященные повышению ресурсоэффективности технологического обеспечения работ при организации строительства и эксплуатации насосных установок и других машин для предприятий нефтегазового комплекса. Достоверность полученных результатов подтверждается значимым количеством экспериментальных исследований с применением современных методов анализа и программного обеспечения.

Авторы докладов, представленных на **16 секцию «Современные техника и технологии транспортировки и хранения нефти и газа»**, рассматривают важные вопросы, касающиеся применяемых технологий транспорта углеводородов, например, высоковязких, тяжелых нефтей; направлений повышения надежности и эффективности объектов трубопроводного транспорта нефти и газа при их эксплуатации, например, на основе применения криогелей, как средства стабилизации многолетнемерзлых грунтов; включают исследования механизма образования органических отложений в трубопроводах и методы противодействия данным процессам. При этом представленные авторами работы содержат не только обстоятельную аналитическую часть, но и расчетное обоснование, выполненное не только в рамках отраслевых методик, но и на основе типовых методик, усовершенствованных авторами.

Особый интерес вызвала комплексная работа магистранта из Сибирского федерального университета (г. Красноярск), посвященная исследованию методов снижения гидравлического сопротивления течения жидкости в

магистральных трубопроводах. В докладе продемонстрированы результаты, полученные как путем физического эксперимента в лабораторных условиях, так и на основе вычислительного эксперимента.

Вычислительный эксперимент позволяет получить представление, оценить нагрузки, испытываемые объектами и их элементами, а значит, сформулировать и предложить рекомендации и соответствующие решения. Применяемые всеми авторами докладов средства, включая программные (Ansys, SolidWorks, Python, R), а также методы исследования, крайне актуальны в настоящее время.

Тематика работ секции 17 «**Математическое моделирование, фундаментальные и численно-экспериментальные исследования в технике и технологиях интенсификации процессов в нефтегазовом деле**» посвящена широкому спектру вопросов: гидродинамики и теплообмена в одно- и двухфазных углеводородных потоках во внутренних системах; математического анализа проблем поиска, разведки, интенсификации процессов добычи и переработки углеводородного сырья; диагностики и долговечности элементов оборудования нефтедобывающей промышленности и смежных отраслей; экологии и энергосбережения; создания новых технологий и способов бурения, осложняемым, возникающим при транспорте шлама; повышению гидро-, газо-, тепло- и реофизического воздействия на нефтяные пласты; выявлению закономерностей формирования и пространственного размещения месторождений нефти и газа в различных регионах Российской Федерации. Представлены оригинальные результаты пространственного численного и имитационного анализа, прямого экспериментального и комбинированного (на основе стохастических и детерминированных методов: идентификации, машинного обучения, статистического и графоаналитического описания) исследований процессов, особенностей и закономерностей изменений локальных и интегральных параметров углеводородных смесей в областях с произвольной конфигурацией поверхности стенок промышленных устройств, пространств с микро- и нанорельефом, интенсивности генерации нефти и газа на различных стадиях их зрелости. Даны заключения о сути нетривиальных процессов переноса импульса, тепла и массы в сопряженных системах «порода-коллекторы», в которых собирается и вытесняется нефть вследствие выраженных динамических воздействий. Молодыми учеными научных центров Сибири, аспирантами и студентами из исследовательских университетов Тюмени, Красноярска, Томска сформулированы перспективные направления по совершенствованию и оптимизации теплового, гидродинамического, прочностного и геофизического анализа процессов добычи качественного углеводородного сырья.

Доклады, представленные на 18 секцию «**Экономика минерального и углеводородного сырья. Природоресурсное право**» посвящены вопросам экономики природопользования, менеджменту, финансово-хозяйственной деятельности предприятий, проблемам экономической оценки природных ресурсов с точки зрения эффективного и рационального использования.

Рассматривались актуальные вопросы добычи и воспроизводства запасов углеводородов в ключевых нефтегазоносных регионах России и за рубежом. Изучались проблемы модернизации существующей системы налогообложения нефтедобывающих предприятий, позволяющая обеспечить реальные финансовые источники воспроизводства природных ресурсов, основные критерии социально-экономической и экологической эффективности, методы стимулирования недропользователя к инновационно-инвестиционному обновлению производства. Дана оценка инвестиционных проектов крупных нефтегазовых компаний, проведен анализ финансового состояния основных нефтегазовых компаний России. В докладах изучались способы повышения экономической эффективности использования различных методов интенсификации добычи нефти, характеризующие увеличение дебитов нефти добывающих скважин и сокращение сроков окупаемости проектов. Изучались возможности финансирования мероприятий по рекультивации земель и ликвидации аварийных разливов нефти в условиях Западной Сибири.

Часть докладов были посвящены методам цифровизации экономики, как оптимизации производственного процесса, усовершенствованию технологического процесса и внедрению программы бережливого производства. Использование методов управления месторождениями за счет внедрения «интеллектуальных» технологий, обеспечивающих безопасность осуществляемых операций, учет рабочего времени, увеличения производительности труда, а также экономической эффективности. Рассматривались вопросы менеджмента нефтегазовых компаний, включающие в себя управление организацией, структурой, управление персоналом, трудовые отношения, нормирование, условия труда и прочие направления.

Секция 19 «**Геология, горное и нефтегазовое дело (доклады на английском и немецком языках)**» была разделена на 2 подсекции. Авторы обсуждали актуальные проблемы геологии и освоения недр, мировые достижения в области науки и техники, а также нарабатывали навыки общения на профессиональном иностранном языке. Активное участие в работе секции приняли участники из ближнего и дальнего зарубежья.

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. 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 (врио ректора ТПУ, профессору Андрею Александровичу Яковлеву, проректору по образовательной деятельности Михаилу Александровичу Соловьеву, проректору по научной работе и инновациям Юсубову Мехману Сулейману оглы), руководству Инженерной школы природных ресурсов ТПУ, ПАО «Газпром», финансовая поддержка которых способствовала проведению симпозиума и изданию данного сборника.

Оргкомитет симпозиума

С Е К Ц И Я 1

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

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПАЛЕОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ЮГО-ВОСТОКЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Валецкая В.Д.

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

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Последний десяток лет задачей многих исследователей является изучение залежей палеозойских отложений для получения новых притоков нефти. Основной целью данной работы явилось изучение литолого-фациальных и палеонтологических особенностей отложений фундамента молодой Западно-Сибирской платформы, а также восстановление палеогеографической обстановки. Объектами изучения стали образцы керна, взятые с площади Восточно-Майского нефтегазоносного месторождения, скв. 1. Площадь располагается на юго-западе Томской области и приурочена к отрицательной структуре – Нюрольской впадине. Комплексными палеонтологическими, петрографическими методами проведен макро- и микропетрографический анализ шлифов, а люминесцентно-битуминологическим методом изучена битуминозность отложений.

В результате комплексного изучения образцов были выделены следующие петротипы пород: баундстоун и мадстоун [4]. Баундстоун представлен серыми рифогенными известняками, сложенными остатками кораллов подкласса табулятоидей – рр. *Halysites* и *Favosites*, а также подкласса *Rugosa* [1] (рис. 1). Баундстоун - порода с высоким коллекторским потенциалом.

Люминесцентно-битуминологическим методом выявлено содержание углеводородного вещества (0,03), состав битумоидов от маслянисто-смолистых (большинство) до смолистых и смолисто-асфальтовых. Характер свечения преимущественно светло-желто-бурый, но встречается темно-желто-бурое и темно-коричневое свечение. Битуминозная текстура пятнистая и трещиноватая (в трещинах отмечаются тяжелые фракции нефти).

Отложения данного петротипа формировались в условиях нормального мелководного морского бассейна. Одним из основных признаков, указывающих на данные фациальные условия, является разнообразие органических остатков (например, кораллы - обитатели сублиторальной зоны теплых тропических морей нормальной солености).

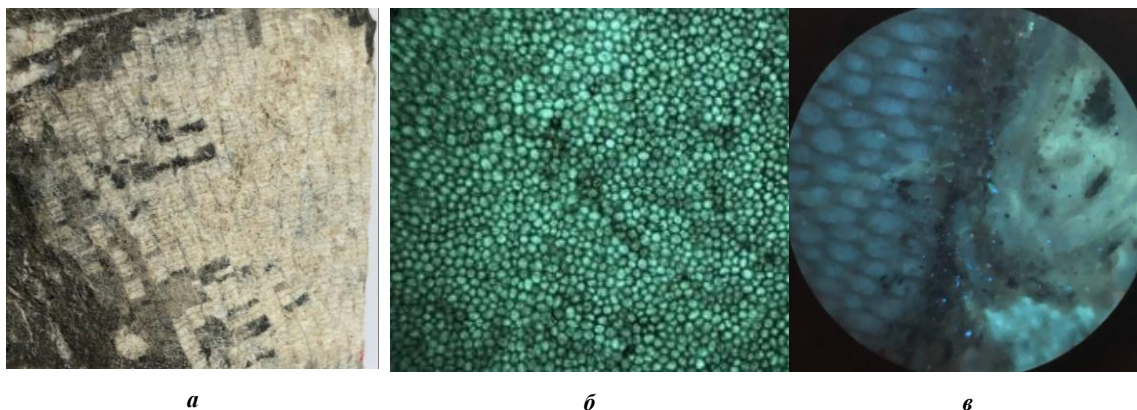


Рис. 1 Баундстоун; а – массивная колония кораллов р. *Favosites* sp.; б – кораллы под микроскопом, $\times 10$; в – шлиф в УФ, $\times 10$

Мадстоун имеет низкий коллекторский потенциал, т.к. порода практически лишена пустотного пространства. Представлен данный петротип известняками с микритовой карбонатной основной массой и характеризуется раковинным детритом, среди которых встречаются обрывки кораллов, брахиопод, криноидей (рис. 2). Обломки представлены кварцем (15%), полевым шпатом (10%) и глауконитом (1-2%). Зерна часто катаклазированы; катаклаз заключается в растрескивании с образованием многочисленных трещин. В породах отмечается неравномерная доломитизация, встречаются высыпки пирита. По периметру ветвящихся малоамплитудных микростилолитовых швов развит процесс перекристаллизации. Доломитизацию пород можно объяснить близостью себховых зон, откуда происходила миграция тяжелых высокомагнезиальных растворов в более пониженные участки шельфовых лагун.

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

Люминесцентно-битуминологическим методом выявлено содержание углеводородного вещества, равного 0,04; состав битумоидов преимущественно маслянисто-смолистый, но присутствует также смолистый и смолисто-асфальтеновый. Светло-желтого свечения намного больше, чем бурого. Битуминозная текстура пятнистая и трещиноватая. Отмечается приуроченность маслянистых битумоидов к периферии форменных органогенных остатков. В цементе обнаружены маслянисто-смолистые фракции нефти, а в трещинах только маслянистые. Это говорит о том, что нефть генерировала после образования трещин.

Известняки данного петротипа формировались в мелководной шельфовой зоне в отдалении от кораллового рифа. К косвенным признакам возможных лагунных обстановок можно отнести присутствие пирита. Пиритообразование характерно для небольших по размерам и глубине солоноватых морских водоемов с водой, насыщенной ионами сульфатов, и водоемов с аномальным газовым режимом. Отмечается наличие глинистого материала и микрита.

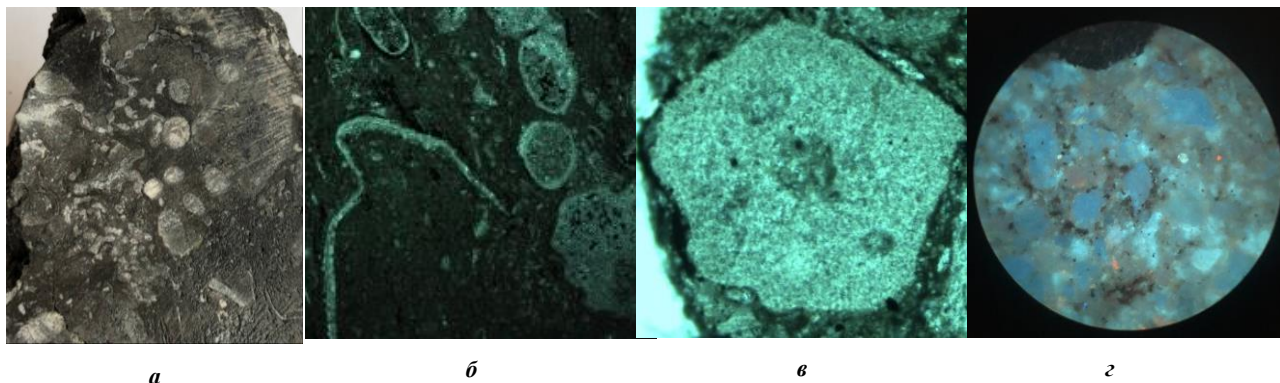


Рис. 2 Мадстоун; а – фрагменты кораллов р. *Halysites* sp.; б – раковинный детрит, под микроскопом, $\times 10$; в – сечение члена морской лилии р. *Pentagonopentagonalis* sp. $\times 10$; г – шиф в УФ, $\times 10$

Таким образом, анализ комплексных петрографических, палеонтологических и люминесцентно-микроскопических исследований выявил литологию и возраст отложений, тип битумоидов. Возраст известняков был определен по фауне табулят и морских лилий, как ранний силур [2, 3].

Формирование карбонатных пород происходило в условиях теплого нормально-соленого мелководного бассейна, но в периодически сменяющихся обстановках. Баундстоун формировался в условиях развития кораллового рифа, о чем свидетельствует автохтонная фауна стенобионтных кораллов. Мадстоун формировался в условиях теплой шельфовой лагуны, признаками которой являются раковинный детрит, пиритизация и доломитизация. Известняки петротипа баундстоун, содержащие большое количество битуминозного вещества маслянисто-смолистого состава, могут служить коллектором при наличии надежных покрышек.

Литература

1. Михайлова И.А. Палеонтология. В 2 частях: учебник / И.А. Михайлова, О.Б. Бондаренко. – Москва: Изд-во МГУ, 1997. – 944 с.
2. Основы палеонтологии. Иглокожие. Гемихордовые. Погонофоры и щетинкочелюстные / Отв. ред. Тома Геккер Р.Ф. – Москва: Изд-во недр, 1964. – С. 228.
3. Шевченко Т.В. Нижнесилурийский морской лилии Заравшанско-Гиссарской горной области // Труды управления геологии совета министров Таджикской ССР. – Москва: Изд-во недр, 1971. – С. 3–33.
4. Danham R.J. Classification of carbonate rocks according to depositional texture Classification of carbonate rocks: Symposium Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem / Ed. by V.E. Ham. 1962. Vol. 1. P. 108–121.

МОРФОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПАЛЕОПАСЦИХНИД ИЗ ВЕРХНЕГО ВЕНДА УРАЛА Десяткин В. Д.

Научный руководитель - ведущий научный сотрудник А.В. Колесников
Геологический институт РАН, г. Москва, Россия

Палеопасцихниды являются одной из важных групп эдиакарских организмов, которые распространены практически во всех осадочных комплексах вендского возраста. Повсеместная распространённость палеопасцихнид позволяет в перспективе использовать их как инструмент биостратиграфии для вендских или эдиакарских отложений. Для этого необходимо всестороннее изучение систематики и морфодинамики палеопасцихнид, их палеоэкологии и тафономии. В данной работе приведены результаты изучения морфодинамики остатков представителей рода *Palaeopascichnus* из ашиской и сыльвицкой серии верхнего венда Урала.

Изучение палеопасцихрид началось в 1976 году с работ В.М. Паля, Б.С. Соколова и М.А. Федонкина [5]. В последующие сорок лет произошли большие изменения во взглядах на природу, морфологию, таксономию и методы изучения палеопасцихрид. Изначально палеопасцихриды интерпретировались как следы жизнедеятельности (пастьбы) детритофагов. В 2003 году А. Зейлахер выдвинул предположение о том, что палеопасцихриды являлись аналогами живущих в настоящее время глубоководных протистов — ксенофиофор, которые строят свой экзоскелет путём агглютинации осадка [6]. В 2018 году А.В. Колесников экспериментально доказал, что палеопасцихриды представляли собой цепочку агглютированных камер [4]. В настоящее время палеопасцихриды из отложений редкинского, беломорского и котлинского региоярусов венда на Восточно-Европейской платформе (Подолия, Южный и Средний Урал, Белое море), в Сибири (Оленёкское поднятие), Авалонии (Ньюфаундленд и Чарнвуд форест), Норвегии, Австралии, Намибии и южном Китае [2].

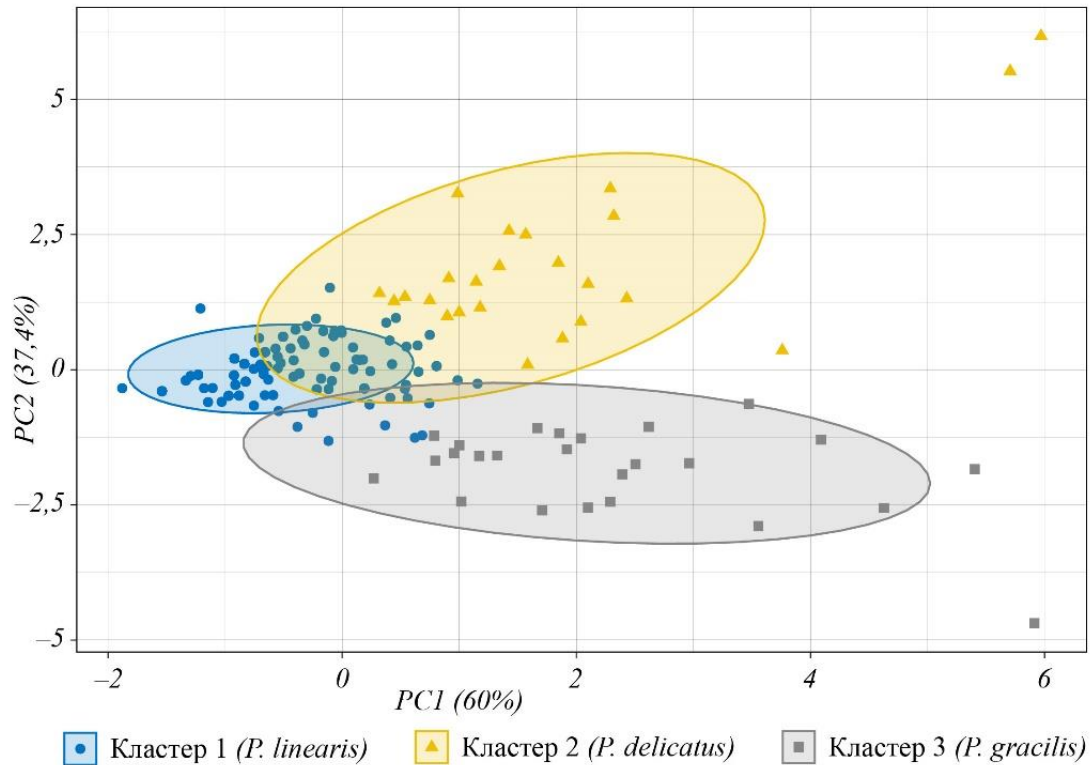


Рис. 1 Результат проведённых анализов. В процентах указан объём вобранной главной компонентой изменчивости данных

Первым шагом в изучении морфодинамики палеопасцихрид была работа Дж.Б. Антклиффа и соавторов по биометрии остатков *Palaeopascichnus* sp. [1]. Изучение биометрии продолжил А.В. Колесников в 2018 году, при этом расширив диапазон изучаемых остатков [4]. В 2019 году Дж.Б. Хауко впервые применила анализ по методу главных компонент для изучения морфодинамики палеопасцихрид [3]. Остатки палеопасцихрид имеют различные формы сохранности в виде: отпечатков, полных или частично разрушенных скелетов, остатков органического вещества. Особь *Palaeopascichnus* представляет собой цепочку камер, которая может иметь от двух до четырёх ответвлений. Камеры могут быть в виде эллипсоида, аллантаоида правильной выгнутой формы (в виде сосиски) или неправильной формы, и обладают двумя базовыми линейными параметрами: длиной и шириной. Из базовых параметров выведены параметры, описывающие форму камер: W_{ratio} — отношение ширины конечной камеры к начальной показывающее характер расширения камер в цепочке; K_{elong} — отношение ширины к длине у начальных (min) и конечных камер (max) показывающее форму самих камер. На основе этих параметров проведён анализ по методу главных компонент (PCA). По получившимся главным компонентам была проведена кластеризация данных (HCPC).

Изучение морфодинамики проводилось на особях рода *Palaeopascichnus* из сыльвицкой и ашинской серии верхнего венда. Выборка составила 254 экземпляра, включающая обнаруженные в 2020 году авторские находки, так и более ранние А.В. Колесникова. Анализ проводился в программной среде R версии 3.6.3 с применением пакетов FactoMineR и factoextra. Результат анализа морфодинамики представлен на рис. 1. Анализ PCA выявил наибольшую изменчивость по $K_{elongmax}$ (PC1) и по W_{ratio} (PC2). Анализ HCPC выделил три кластера. Особи из кластера 1 определены как *P. linearis*, так как показывают низкую изменчивость по PC2 и по PC1. Особи из кластера 2 определены как *P. delicatus*, так как показывают большую изменчивость по PC1, при этом находятся в положительных значениях PC2, то есть имеют положительную тенденцию уширения камер. Особи из кластера 3 определены как *P. gracilis*, так как наоборот имеют отрицательную тенденцию уширения камер и ещё большую изменчивость по PC1 по сравнению с особями из других кластеров.

Данная методика позволяет на совершенно новом уровне приблизиться к разработке универсальной палеонтологической систематики ископаемых остатков палеопаспихид и подготовить почву для дальнейшего биостратиграфического расчленения отложений верхнего докембрия и количественной оценке экологического отклика всех таксонов палеопаспихид на внешние и внутренние возмущения в позднем докембрии. Исследования проведены при финансовой поддержке РФФ (грант № 19-77-00028), РФФИ (грант № 19-05-00828) и гранта Президента РФ № МК-3137.2021.1.5.

Литература

1. Antcliffe J.B., Gooday A.J., Brasier M.D. Testing the protozoan hypothesis for Ediacaran fossils: a developmental analysis of *Palaeopascichnus* // *Palaeontology*. – 2011. – Т. 54. – №. 5. – С. 1157–1175.
2. Grazhdankin, D., 2014. Patterns of evolution of the Ediacaran soft-bodied biota. *Journal of Paleontology* 88 (2), 269–283.
3. Hawco J. B., Kenchington C. G., McIlroy D. A quantitative and statistical discrimination of morphotaxa within the Ediacaran genus *Palaeopascichnus* // *Papers in Palaeontology*. – 2019.
4. Kolesnikov A. V. et al. The oldest skeletal macroscopic organism *Palaeopascichnus linearis* // *Precambrian Research*. – 2018. – Т. 316. – С. 24–37.
5. Paliy, V.M., 1976. Remains of soft-bodied animals and trace fossils from the Upper Precambrian and Lower Cambrian of Podolia. In: Schul'ga P.L., (Ed.), *Palaeontology and stratigraphy of Upper Precambrian and Lower Cambrian of south-west East European Platform*. Naukova dumka, Kiev, pp. 63–76
6. Seilacher A., Grazhdankin, D., Legouta A., 2003. Ediacaran biota: the dawn of animal life on the shadow of giant protists. *Paleontological Research* 7 (1), 43–54.

ВЫМЕРШАЯ ПАЛЕОЗОЙСКАЯ БЕСПОЗВОНОЧНАЯ ФАУНА ОКРЕСТНОСТЕЙ г. ПРОКОПЬЕВСКА

Евсеев М.В.

Научный руководитель – руководитель НОУ «Акварин» В.Е. Коноплева
МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 45» г. Прокопьевск, Россия

Изученные нами разрезы в районе города Прокопьевска содержат четвертую пачку предположительно верхнеэмско-эйфельского возраста. Пачка представляет собой серые известняки, обогащенные глинисто-алевритистым материалом с остатками ругоз, табулят, мшанок, брахиопод и других беспозвоночных организмов. Нами, под руководством Валентины Ефимовны Коноплевой, были изучены остатки вымершей фауны в составе данной пачки. Так как исследование этих организмов не получило широкого распространения, поэтому мы взяли за эту тему. В данной статье изложены результаты трёх летнего изучения древней морской беспозвоночной фауны.

Цель: изучение разнообразия вымершей беспозвоночной фауны.

Задачи: поиск палеонтологических остатков вымершей беспозвоночной фауны, их определение и сравнение, проведение тематических занятий, на основе полученных данных, проведение тематических экскурсий, популяризация данной темы среди школьников г. Прокопьевска.

Исследование состояло из нескольких этапов. Первый этап полевые сборы – это сбор образцов в полевых условиях, далее техническая обработка – освобождение образцов от лишней породы, третий этап научное исследование – изучение и определение образцов, работа с картами и литературой.

Изучая палеогеографические схемы Евразии, нам удалось выяснить, что море, чьи воды раньше омывали исследуемую территорию, достигло своего апогея в верхнедевонское время, но к среднему карбону оно сошло с изучаемой территории. Большинство найденных нами образцов являются бентосными животными. Лидирующее место по количеству находок занимают кораллы. Они относятся к типу стрекающих животных, ведя прикрепленный образ жизни и питаясь планктоном. В ходе раскопок были обнаружены как относительно не большие колониальные формы, так и достаточно крупные одиночные, самый большой из которых достигает 17,5 см в длину (рис.1). С геологической точки зрения эти организмы важны тем, что большинство из них являются руководящими ископаемыми, а образованные данными организмами известняки, могут быть ловушкой для нефти и газа.



Рис.1 Наиболее крупный образец коралла (17,5 см) с деформацией



Рис.2 Брахиопода



Рис.3 Строение брахиоподы



Рис.4 *Chonetes Fischer*



Рис.5 Эндоцерас

Большие по численности находок брахиоподы, относятся к типу плеченогих. Они вели свободнолежачий и прикрепленный образ жизни. Раковина брахиопод имела две створки, выпуклую брюшную и плоскую, либо приплюснутую спинную. Из найденных нами организмов можно выделить следующие образцы. Первый - это брахиопода с деформацией в спинной створке (рис.2), которая могла послужить причиной смерти животного. Наше предположение возникновения этого повреждения в том, что оно могло быть вызвано тем, что её пытался раскусить головоногий. Второй образец (отданный геологам Санкт-Петербурга) по которому мы постарались составить схему внутреннего строения (рис.3). Стоит обратить внимание на довольно крупный образец, примерно 6 см в ширину и 3 см в длину, мы предполагаем, что это *Chonetes Fischer* (рис.4). Он на ранних стадиях вели прикрепленный образ жизни, а на поздних - свободно лежал на мягком грунте. Мы находим головоногих, представленных аммонитами и наутилусами. Внешне они были очень похожи, но первые отличались наиболее сложным строением перегородок раковин. На данной территории они являлись доминирующими хищниками, и вели свободно плавающий образ жизни. Интересным образцам данного животного может являться крупный фрагмент примерно в 5см, предположительно эндоцерас (рис.5). Из голооротых были найдены мшанки (рис.6), ведущие прикрепленный образ жизни, выступая фильтраторами и имея в основном веерообразную форму. Членистоногие представлены небольшого размера трилобитами (рис.7), являющимися исключительно палеозойскими животными, от которых в основном сохраняются только хвосты. Они имели трёхраздельное деление - на осевую и две боковых части или на цепафон, торакс и пигидий. Считается, что трилобиты одними из первых обзавелись высокоразвитым зрением. Они вели свободно ползающий образ жизни, были в основном падальседами.



Рис.6 Ископаемая мшанка



Рис.7 Ископаемый хвост трилобита

Подводя итог нашего исследования, можно выделить следующие результаты: впервые на исследуемой территории был найден эндоцерас, ордовикский гигантский головоногий моллюск, взрослые особи которого могли достигать 8 м в длину. Это было активное животное, развивающее большую скорость в толщах воды. Они охотились на трилобитов и вполне возможно на брахиопод. Основываясь на общем признаке некоторых образцов, это довольно крупный размер и массивная раковина. Море, где обитали найденные нами организмы, находилось в неритовой зоне. Глубина его не превышала 15 м, а находки кораллов говорят о том, что воды были достаточно тёплыми.

Литература

1. Архивные документы - из архива Полевой геолога - разведочной партии, г. Прокопьевск, 1956-1965г.г. - Текст: непосредственный.
2. Бодылевский В. И. Малый атлас руководящих ископаемых. – Недра. Ленингр. отд-ние, 1984.
3. Михайлова И. А., Бондаренко О. Б. Палеонтология. Учебник. – 2006.
4. Парфенова М. Д. Историческая геология с основами палеонтологии //Томск: Изд-во НТЛ. – 1999.

ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЮРСКИХ АРАУКАРИЕВЫХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Зеремская С.А., Ярославцев Д.А.

Научный руководитель - доцент И.В. Рычкова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Юрские растения Западной Сибири представляют значительный интерес. Они важны для познания морфологии определенных таксонов и эволюции растительности в целом; для стратиграфии района, поскольку континентальные отложения являются потенциальными коллекторами на углеводородное сырье; для палеогеографических реконструкций, так как юрские растения произрастали в особых физико-географических и климатических условиях. Но, значение некоторых растений, в силу того, что, они редко встречаются или тяжело идентифицируются, порой недооценивается. К такой группе растений относятся араукариевые. В керне скважин Западной Сибири эти древние хвойные очень редко встречаются. В юрском периоде они были широко распространены в пределах Гондваны – южного суперконтинента, расколовшегося в мезозое. Но, мало кому известно, что эти «гондванские» растения произрастали и в северном полушарии. Немногочисленные находки были ранее сделаны в керне скважин Западной Сибири [1, 2].

Араукарии часто называют «живыми ископаемыми». В четвертичном периоде эти мезозойские реликты произрастают на южных оконечностях южных материков, где преобладает вечно влажный и прохладный климат (Тасмания, Новая Зеландия и Чили). Современные чилийские араукарии – жесткие, колючие, как пластмассовые елочки, с годами превращаются в помесь пальмы с сосной. Они представляют собой очень крупные деревья (высотой до 60–75 м). У молодых деревьев ветви располагаются вдоль всего ствола, от самого его основания. Они обычно мутовчатые, горизонтально простерты. Поверхность ветвей и стволов молодых деревьев покрыта, как панцирем, выступающими основаниями отпавших листьев. Поверхность стволов зрелых деревьев – с поперечными кольцевыми утолщениями. На молодых боковых ветвях листья иногда двурядные, почти супротивные, кожистые, крупные, ланцетовидные или даже широкояйцевидные, со многими почти параллельными жилками длиной 4–10 см [3].

В керне скважин Западной Сибири пл. Средне-Балыкской, 1 и Пендомаяхской, 1 недавно были вновь обнаружены побеги араукариевых (рис.).

Обр. 1 (скв. Средне-Балыкская, 1). Порода, в которой обнаружены побеги араукарий представлены алевролитами тёмно-серого до серого цвета, мелкозернистыми, с горизонтальной слоистостью. Текстурные особенности свидетельствуют о спокойном гидродинамическом режиме осадконакопления.

Обр. 2 (скв. Пендомаяхская, 1). Песчаник тёмно-серого цвета. Структура – мелкозернистая, текстура – косая, линзовидная слоистость. Образование породы связано с активной гидродинамической обстановкой формирования данной толщи. Описание растений:

Отдел Pinophyta. Голосеменные
Порядок Coniferales. Хвойные
Семейство Araucariaceae. Араукариевые
Род Elatocladus Halle, 1913
Elatocladus sp.

Описание. Фрагменты облиственных вегетативных побегов. На побегах длиной более 10 см и шириной 1,0 мм сохранились одиночные довольно толстые игловидные листочки. Они узкие 1,0-1,5 мм в ширину, имеют четырехгранную форму, заостренную верхушку. Крепятся к оси почти под прямым углом и резко изгибаются к верхушке побега. Листочки имеют слабопроявленную срединную жилку, которая выступает в виде довольно глубокого желобка шириной около 0,2 мм. Длина листьев 3,0-4,0 мм.

Распространение. Средне-верхнеюрские и нижнемеловые отложения Евразии. В Западной Сибири – тюменская свита (средняя юра).

В скважине Средне-Балыкская, 1 наряду с араукариевыми в одном образце были определены папоротники *Raphaelia diamensis* Seward и *Coniopteris vialovae* Turutanova-Ketova. Данный комплекс растений относится к тюменской свите. Проблема условий формирования тюменской свиты решается на протяжении ряда лет многими исследователями. Для этого рассчитываются параметры температур и климата в это время. Но, растения, как никто другой являются хорошими индикаторами палеогеографических и климатических условий. И в этой связи находки араукарий могут оказать неоценимую роль в решении данного вопроса. Для этого важно знать условия произрастания современных араукарий: равномерно влажный климат, достаточно богатые питательными веществами почвы. Также араукарии хорошо переносят засушливые условия, а также небольшие морозы.

Для выяснения условий формирования изучаемых отложений, наряду с методом актуализма, нами был применен рентгенофлуоресцентный анализ, по полученным результатам были подсчитаны модули (табл.).

Таблица

Результаты рентгенофлуоресцентного анализа

Модуль	Обр. из скв. Пендомаяхская, 1	Обр. из скв. Ср. Балыкская, 1
Алюмокремниевый (АМ)	0,274047	0,28095
Титановый (ТМ)	0,047324	0,050942
Щелочной (ЩМ)	1,187166	0,729508
Калиевый (КМ)	0,105352	0,1243
Натриевый (НМ)	0,12507	0,090678
Общая нормативная щелочность	0,230423	0,214977

Значение АМ укладывается в рамки 0,2-0,3 ед., что позволяет предположить умеренную в целом зрелость тонкой алюмосиликокластики на палеоводосборах во время седиментации, что может быть обусловлено отсутствием интенсивных процессов химического выветривания. По значениям ТМ, как показателя климатической обстановки, можно сказать, что данные породы образовывались во влажном климате. Значения модулей КМ и НМ не высоки, что свидетельствует о небольшом распределении натрия, калия и алюминия среди породообразующих минералов. Содержание ЩМ в породе натрийсодержащих породообразующих минералов примерно равно калийсодержащим породообразующим минералам. Данные общей нормативной щёлочности показывают, что породы не имеют повышенную щёлочность, так как, содержание калия и натрия весьма низкое.

Таким образом, можно сделать в вывод, что в среднеюрскую эпоху, на территории произрастания, обнаруженных нами араукариевых р. *Elatocladus* sp., условия формирования тюменской свиты были в условиях пойменно-аллювиальной равнины, с достаточно влажным климатом, с отсутствием интенсивных процессов химического выветривания.

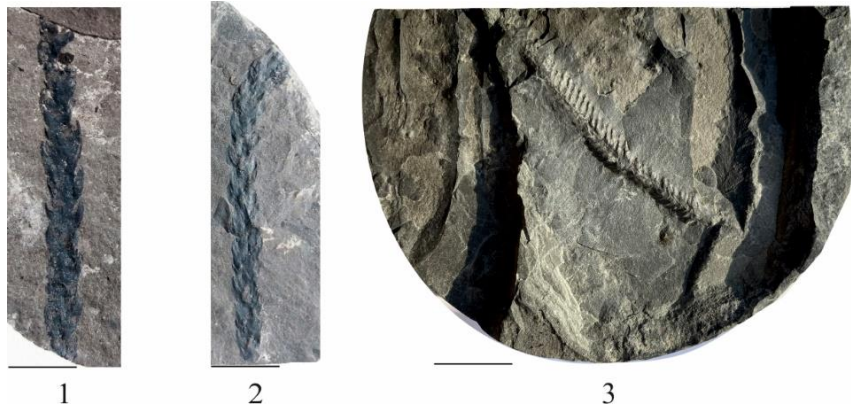


Рис. Образцы араукариевых: 1, 2 – скв. Ср.-Балыкская, 1; 3 – скв. Пендомаяхская, 1 (масш. лин. 1 см)

Литература

1. Тесленко Ю.В. Стратиграфия и флора юрских отложений Западной и Южной Сибири и Тувы. М., Изд-во: Недра, 1970. – 288 с.
2. Киричкова А.И., Костина Е.И., Быстрицкая Л.И. Фитостратиграфия и флора юрских отложений Западной Сибири. СПб.: Недра, 2005. – 378 с.
3. Чили 2013-2014 // Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН URL: <https://www.paleo.ru/institute/expedition/other/detail.php?ID=13318> (дата обращения: 14.03.2021).

ОСОБЕННОСТИ ТЕКТОНИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ СПАССКОЙ ЗОНЫ СМЯТИЯ

Карасартова А.Н.

Научный консультант - доктор Phd Маусымбаева А. Д.

НАО Карагандинский технический университет, г. Караганда, Казахстан

Целью данного исследования является изучение особенностей тектонического строения Спасской зоны смятия. На данном участке работ в 2019 году ТОО «Центргеолсъемка» проводило геологическое доизучение масштаба 1:200 000 листов М-43-XX, XXI в качестве исходного материала были использованы геологические карты масштаба 1:50000, геофизические данные, топографические карты масштабов 1:50 000 и 1:25 000 на всю площадь работ, а также фондовый материал по данной территории.

Спасская зона смятия расположена в зоне сочленения областей каледонской и герцинской складчатости в пределах структур Широтной ветви девонского вулканоплутонического пояса (ДВПП). На геологической карте 1:25000 нашли отражения образования ордовикской, силурийской и девонской систем. Фронтальная часть ДВПП пояса, в раннем девоне, сложена базальт-андезитобазальт-андезитовой умереннощелочной формацией шешенькариной свиты нижнего девона (D1šš) и дацит-риодацит-риолитовой умереннощелочной формацией семизбугинской свиты нижнего девона (D1sm), формирование которых завершилось внедрением раннедевонского габбро-диорит-гранодиоритового карамендинского интрузивного комплекса (D1km). Площадь работ охватывает 17 структурно-формационных зон и представляет собой практически весь спектр геодинамических обстановок района. Границы структурно-формационных зон большей частью тектонические, зачастую дугообразные, что указывает на пологий наклон их поверхностей. Протяженные разрывные нарушения и зоны смятия нередко сопровождаются зонами интенсивного кливажа и рассланцевания. Важнейшими тектоническими элементами изученной площади являются региональные разрывные нарушения, возникшие, главным образом, в постстельбесскую фазу тектогенеза и подновленные новейшими тектоническими движениями в мезо-кайнозой [1. 3. 5].

Среди них четко выделяются две взаимно сопряженные системы - продольная, совпадающая с генеральным направлением складчатых структур и поперечная, в том числе и диагональная, преимущественно сдвигового

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

характера. Продольные разломы имеют северо-восточное близширотное простирание, поперечные и диагональные – северо-западное и северо-восточное, и всегда являются более поздними по отношению к продольным. Наиболее поздние перемещения по ним происходили в юре, рассекая и смещая структуру Юрско-Карагандинскую депрессию на расстояние более 10-12км. [4]. Продольные разломы являются наиболее крупными, часть из них относится к глубинным, рассекающими не только верхние слои земной коры, но и верхнюю мантию. По морфологии относятся к сбросам или взбросам, часть из них – к надвигам, и, как правило, независимо от их характера, ограничивают складчатые структуры выделяемых структурно-формационных зон. По условиям формирования пород, их литологическим и петрохимическим особенностям в его составе четко обособляются две структурно-формационные зоны – Тектурмасская и Базарбайская (рис. 1). В Тектурмасской СФЗ преобладают глыбы и блоки пород, сформировавшиеся в геодинамических условиях открытой части палеоокеана и океанических островов; в Базарбайской – в условиях глубоководных впадин задугового окраинно-морского бассейна [2]. Аналоги первого слоя палеокоры океанического типа в Тектурмасской СФЗ представлены породами тектурмасской толщи (С-О2tk), в Базарбайской СФЗ – базарбайской свитой (О2-3bz).

Следует отметить, что крупные поперечные разломы на изученной площади оказали существенное влияние на современное размещение и ориентировку структур, особенно Карагандинского прогиба, ДВПИ, Карагандинской РЗ, Юрско-Карагандинской угольной депрессии.

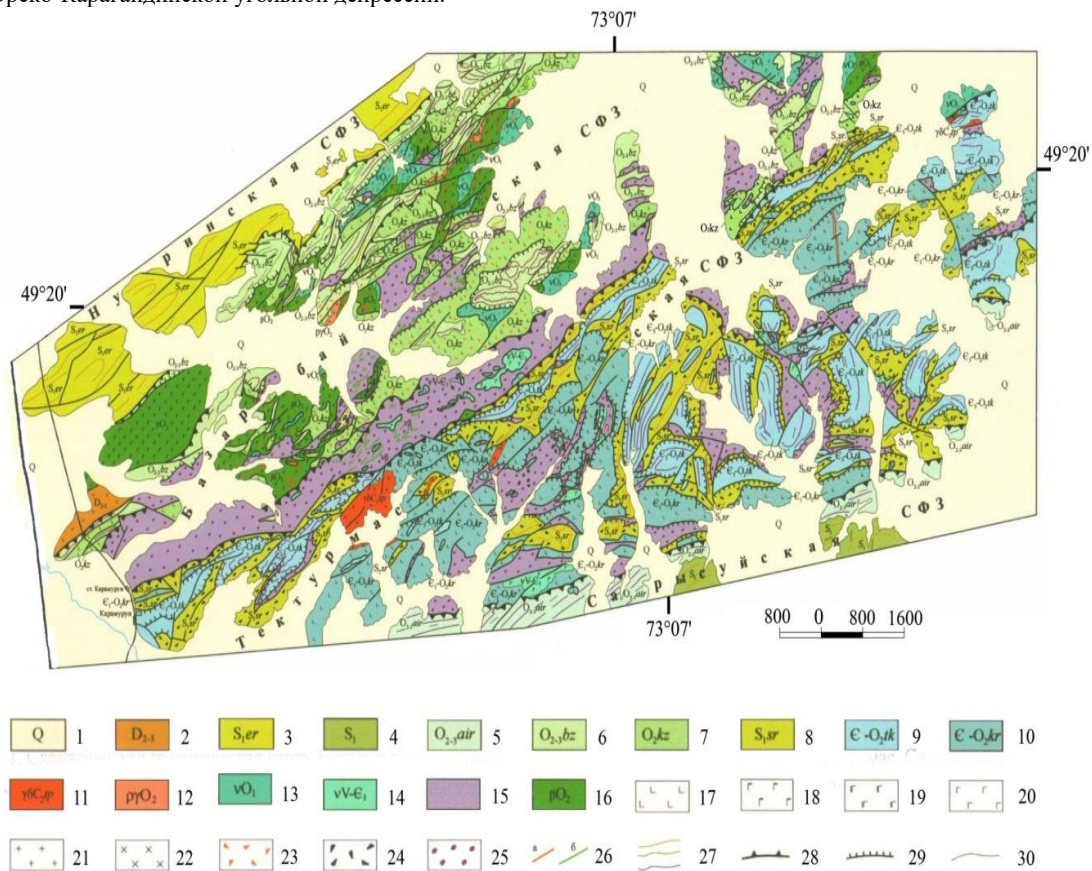


Рис. 1 - Схема строения офиолитовых образований Базарбайской и Тектурмасской СФЗ (район г. Тектурмас) (по материалам М.З. Новиковой, Н.А. Герасимовой, О.В. Минервина, В.Г. Степанца)

Литература

1. Антонюк Р.М. и др. Геодинамическая карта Республики Казахстан, 1:500 000, 1995.
2. Великовская Э.М. и др. Стратиграфия и условия образования силурийских отложений Нурина синклинория и Шидертинской впадины. // Проблемы геологии Центрального Казахстана. Кн.2. с.3-18.
3. Иверская А. П. и др. Отчет по объекту «Геологическое доизучение с оценкой прогнозных ресурсов листов М-43-XX, XXII» 2014-2016 гг.
4. Савина Н.И., Кузнецов А.Н. Отчет Спасской партии по поискам и разведке месторождений облицовочного камня в р-не г. Караганды, (участки Карабулакский, Кимовский, Габбровский, Кокзек-1, Гранодиоритовый, Космурун, Дальинский), разведанных в 1990-92 гг. с подсчетом запасов и прогнозных ресурсов по состоянию на 01.04.93 г. КГРЭ ПГО «Центрразгеология», 1993.
5. Магретова Л.И. и др. Результаты проведения ГДП-200 на территории листов М-42-XXX, - XXXVI, М-43-XXV в 2004-2007 гг., 2007.

ИСКОПАЕМЫЕ ХРЯЩЕВЫЕ РЫБЫ ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮЖНОГО УРАЛА И ИХ ПАЛЕОБИОГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Лось Я.В.

Научный руководитель – Я.С. Трубин

Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия

Морские верхнемеловые отложения широко распространены на территории Южного Урала. Первые находки ископаемых зубов акул в этом районе известны еще из работ немецкого путешественника и ученого-энциклопедиста, состоявшего на русской службе, П.С. Палласа [5]. Меловой возраст этих отложений установили немецкий естествоиспытатель Г. Розе [15] и шотландский геолог Р.И. Мурчисон [4, 3]. Морскую природу данных отложений впервые определил российский геолог А.П. Карпинский [2].

Верхнемеловые отложения местонахождения «Ижберда» Оренбургской области сформировались в морском бассейне, который являлся частью обширного мезозойско-кайнозойского осадочного бассейна, занимавшего практически всю Европу, Северную Африку и большую часть Азии. Вопросы коммуникации водных масс и биоты в столь обширном бассейне остаются предметом острой дискуссии в научной литературе в связи с не полными представлениями о палеонтологии некоторых отдельных частей бассейна. Для комплексного понимания эволюции морских экосистем возникает необходимость в расширении охвата научными исследованиями большого числа групп окаменелостей, в том числе широко распространенных во всех отложениях мезозоя и кайнозоя остатков эласмобранхий. Кроме высокого значения для решения фундаментальных проблем палеогеографии и палеобиогеографии настоящая работа несет некоторый прикладной аспект: комплексное изучение ископаемой макрофауны повысит надежность биостратиграфических построений в будущем, а предложенная палеобиогеографическая модель позволит заложить основу для палеогеографического районирования.

В карьере «Ижберда» вскрываются отложения сантонского, кампанского и маастрихтского ярусов. Породы с разрывом залегают на кристаллических туффилах темно-синего, зеленоватого цветов и голубоватых глинисто-туфогенных, кремнистых сланцах ордовикского возраста. В литологическом отношении разрез представлен прослаиванием песчаных и глинистых разностей. Завершающие разрез маастрихтские породы большей части представлены мергелями, реже глинами и песками. Находки всех ископаемых остатков происходят из песчано-гравийных линз маастрихтского яруса. По найденным зубам определены следующие виды: *Ptychodus* sp., *Squatina* sp., *Eostriatolamia* sp., *Eostriatolamia venusta*, *Squalicorax kaupi*, *Anacorax plicatus*, *Paraorthacodus recurvus*, *Cretalamna borealis*, *Cretalamna archaeolamna*, *Synechodus* sp., *Protolamna* sp., *Scapanorhynchus darvasicus*, *Hispidaspis* sp., *Pseudoscapnorhynchus* sp. Таксономическая идентификация проводилась по работе Л.С. Гликмана [1].

Таблица

Известные находки эласмобранхий из морских отложений верхнего отдела меловой системы Европы, Азии и Северной Африки

Виды ископаемых акул местонахождения «Ижберда»	Палеобассейн					
	Англо-Французский	Центрально-Европейский	Восточно-Германский	Правобережно-Волжский	Мангышлакский	Северо-Африканский
<i>Ptychodus</i> sp.		+				+
<i>Squatina</i> sp.	+		+	+	+	
<i>Eostriatolamia venusta</i>	+		+	+	+	
<i>Anacorax kaupi</i>						+
<i>Squalicorax</i> sp.	+	+	+			+
<i>Paraorthacodus recurvus</i>	+		+	+		
<i>Protolamna</i> sp.	+		+	+		
<i>Cretalamna arhaelamna</i>		+	+		+	+
<i>Cretalamna borealis</i>	+					
<i>Synechodus</i> sp.				+	+	
<i>Scapanorhynchus darvasicus</i>	+	+			+	+
<i>Pseudoscapnorhynchus</i> sp.					+	+

Представители видов, обнаруженных на местонахождении «Ижберда» южного Урала, известны в отложениях Европы, Азии и Северной Африки. На территории Англии находят остатки представителей рода *Squalicorax* и видов *Eostriatolamia venusta*, *Paraorthacodus recurvus*, *Cretalamna borealis*, *Scapanorhynchus darvasicus*, *Squatina* sp. [16, 13]. Во Франции и Испании в отложениях верхнего мела известны представители родов *Protalamna*, *Ptychodus*, *Squalicorax*, видов *Cretalamna archaeolamna* и *Scapanorhynchus darvasicus* [17]. *Cretalamna archaeolamna* и род *Squalicorax* также известны из отложений Германии. Помимо их, на этой территории находят *Eostriatolamia venusta*, *Squatina* sp. и *Paraorthacodus recurvus*. Важно отметить, что находки *Eostriatolamia venusta* и *Squatina* sp. отмечаются в отложениях верхнего отдела меловой системы от Правобережно-Волжского бассейна до Мангышлакского.

Аналогично с родом *Synechodus*, который встречается только в Правобережно-Волжском и Мангышлакском бассейнах данной палеоакватории [12]. Также можно предположить прочную биогеографическую связь Мангышлакского, Центрально-Европейского и Северо-Африканского бассейнов, что находит свое подтверждение находками *Scapanorhincus darvasicus* и *Pseudoscapnorhincus* sp. [14]. Остатки представителей рода *Pseudoscapnorhincus* известны только в Северо-Африканском и Мангышлакском бассейнах, а *Squalicorax* sp. и *Ptychodus* sp. встречаются в отложениях Центрально-Европейского и Северо-Африканского седиментационных бассейнов, что также подтверждает их прочную биогеографическую связь. Так как все перечисленные виды найдены на территории поздне мелового Южно-Уральского моря, можно предположить, что эласмобранхии мигрировали между Правобережно-Волжским и Мангышлакским древними бассейнами (Таб.).

Литература

1. Гликман Л.С. Эволюция меловых и кайнозойских ламноидных акул. – М: Наука, 1980. – 248 с.
2. Карпинский А.П. Геологические исследования в Оренбургском крае // Записки С.-Петербургского минералогического общества. – М: Наука, 1874. – 408 с.
3. Мурчисон Р.И. Геология Европейской России и Уральских гор. – Лондон: Дж. Муррей, 1845. – 268с.
4. Мурчисон Р.И. Сравнение геологического строения северо-западной Сибири с строением Европейской России. – Лондон: Дж. Муррей, 1869. – С. 268–272.
5. Паллас П.С. Путешествие по разным провинциям Российского государства. – СПб, 1786. – 358 с.
6. Папулов Г.Н. Меловые отложения Урала. – М: Наука, 1974. – 206 с.
7. Приваловский А.Н. Атлас по географии за 7 класс. – М: Дрофа, 2019. – 48 с.
8. Averianov A.O., Kurochkin E.N., and Pervushov E.M., Ivanov A.V. Two bone fragments of ornithocheiroid pterosaurs from the Cenomanian of Volgograd Region, southern Russia. // *Acta Palaeontologica Polonica*. – 2005. – С.27–32.
9. Averianov A. V. and Popov E. V. A pterosaurian vertebra from the Upper Cretaceous of the Saratov Region. – 2014. – С.53–59.
10. Avnimelech M. On Vertebrate Remains in Senonian Phosphate Beds in Transjordan. – 1949. – С.37–42.
11. Churcher C. S. and Russell D. A. Terrestrial vertebrates from Campanians strata in Wadi el-Gedid (Kharga and Dakleh Oases), western desert of Egypt. – 1992. – С.26–30.
12. Dalinkevičius J. A. On the fossil fishes of the Lithuanian Chalk. I. Selachii. // *VytautoDidžiojo Universiteto Matematikos-Gamtos Fakulteto Darbai*. – 1935. – С.32–36.
13. Guinot G., Cappetta H., and Underwood C.J., Ward D.J. Batoids // *Sharks (Elasmobranchii: Euselachii) from the Late Cretaceous of French and UK*. – 2013. – С.24–40.
14. Kassab A. S. and Mohamed A. S. Upper Cretaceous macrofossils from the Duwi Formation of the Nile Valley, southern Egypt. // *Neues Jahrbuch fuer Geologie und Palaeontologie-Abhandlungen*. – 1996. – С.18–25.
15. Rose G. Reisenach dem Ural, dem Altai und dem Kaspischen Meer. – Berlin, 1837. – 42 с.
16. Underwood C. J. and Mitchell S. F. Albian and Cenomanian selachian assemblages from north-east England. // *Special Papers in Palaeontology*. – 1999. – С.24–39.
17. Vullo R., Neraudeau D. Pterosaur remains from the Cenomanian (Late Cretaceous) paralic deposits of Charentes, western France. – 2009. – С.23–38.

КОРАЛЛОВЫЕ ПОЛИПЫ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ВОСТОЧНОГО СКЛОНА УРАЛА Мирзабаев Д.А

Научный руководитель - доцент П.В. Смирнов
Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия

В пределах Восточного склона Урала широко распространены отложения нижнего отдела камменноугольной системы. Основными породообразующими элементами являются органогенные известняки, сложенные, главным образом, четырехлучевыми коралловыми полипами [2]. Несмотря на столь широкое распространение и обильный фактический материал, таксономический состав четырехлучевых коралловых полипов нижней камменноугольной системы Восточно-Уральского субрегиона остаётся не охваченным научными исследованиями [3], а новые данные по ископаемым – единичны [1]. Это связано с тем, что находки сосредоточены преимущественно в фациях плотных известняков и с трудом поддаются извлечению, что не позволяет уверенно выполнять макроскопические исследования. Целью настоящей работы является систематизация сведений, о разнообразии четырехлучевых коралловых полипов Восточного склона Урала, на основании фактических данных, с привлечением как макро-, так и микроскопических исследований.

Материалами для исследований послужили сборы ископаемой фауны с естественных обнажений известняков визейского и серпуховского ярусов в Каменск-Уральском районе Свердловской области. В ходе полевых работ также составлялась геологическая документация, где фиксировались сведения о литологии горных пород и видимых геологических границах. Микроскопические исследования осуществлялись на базе Тюменского государственного университета. Классификация ископаемых кораллов в настоящей работе принята вслед за вторым томом «Основы палеонтологии» [2], где систематическая часть четырехлучевых коралловых полипов составлена Е.Д. Сошкиной, Т.А. Добролюбовой и Н.В. Кабакович. В известняках встречены как одиночные, так и колониальные четырехлучевые коралловые полипы. Среди одиночных форм коралловых полипов широкое распространение получили представители родов *Caninia* Michelin, 1840, *Debinophyllum* Thomson et Nicholson, 1876 и *Zaphrentis* Hudson, 1941 (рис.1, А). Диагностика их видовой принадлежности невозможна в силу плохой сохранности находок.

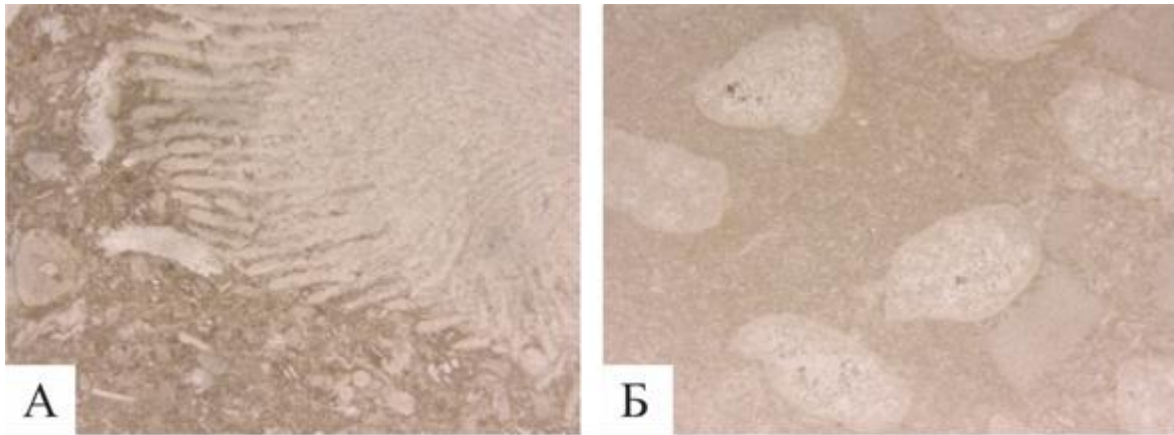


Рис. 1 Четырехлучевые коралловые полипы нижнего отдела каменноугольной системы: А - *Zaphrentis*, периферические септы; Б - *Lithostrotion*, взаимное расположение кораллитов

Колониальные формы ископаемых коралловых полипов представлены родами *Lithostrotion* Fleming, 1828 (рис.1, Б) и *Lonsdaleia* McCoy, 1849. Род *Lonsdaleia* в свою очередь включает три подрода: типично фацелоидный (кораллиты расположены параллельно друг к другу) – *Lonsdaleia*, типично цериоидный (кораллиты плотно расположены друг к другу и сохраняют свои стенки) – *Actinocyathus* d'Orbigny, 1849 и *Serraphyllum* Poty in Poty & Necker, 2003, для которого характерен как фацелоидный так и цериоидный тип колонии.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования в рамках государственного задания FEWZ-2020-0007.

Автор выражает свою искреннюю признательность Я.С. Трубину за помощь в проведении полевых работ, консультации и моральную поддержку на протяжении выполнения всего проекта, а также своему руководителю П.В. Смирнову за ценные советы, конструктивные замечания и рекомендации к рукописи.

Литература

1. Кучаева Н.А. Краткая характеристика стратотипа каменск-уральского горизонта в разрезе Брод-Ключики (Восточный склон Среднего Урала) // Ежегодник-2016, Тр. ИГГ УрО РАН. – 2017. – вып. 164. – С. 15–22.
2. Орлов Ю. А. Основы палеонтологии. Губки, археоциаты, кишечнополостные, черви. Том 2. – М.: Издательство Академии наук СССР, 1962. – 713 с.
3. Степанова Т.И., Кучева Н.А. Разрез «Худолаз» – стратотип горизонтов субрегиональной схемы нижнекаменноугольных отложений восточного склона Урала // Литосфера. – 2006. – № 1. – С. 45–75.
4. Шурыгина М. В. Новые цистиморфные ругозы из силура восточного склона Урала // Материалы по палеонтологии Урала. – Свердловск, 1970. – С. 80–85.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ФАЦИАЛЬНЫХ И ЛИТОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ СРЕДНЕЮРСКО-НИЖНЕМЕЛОВЫХ ГАЗОНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ГАЗОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ «С» (ЯНАО)

Назарова А.А.

Научные руководители: доцент М.И. Шамина, доцент И.В. Рычкова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Литолого-геохимические исследования продуктивных нижнемеловых и юрских отложений проводились для уточнения геологической модели месторождения «С» (на примере скв. X). Газоконденсатное месторождение расположено в 510 км к Северу-Востоку от г. Салехард Ямало-Ненецкого Автономного округа [4].

Комплексное литолого-геохимическое изучение отложений петрографическими, гранулометрическими, люминесцентно-микроскопическими, РСА методами разреза в интервале 2913,0-3545,6 м позволило выделить горизонты песчаников перспективных в отношении нефтегазоносности (в пределах пластов БГ18 и Ю7-9).

Породы пласта БГ18 (интервал 2961,9-2973,1 м) неоднородны по гранулометрическому и минеральному составу, представлены переслаиванием аргиллитов с примесью обломков алевролитовой размерности; алевролитов мелкозернистых, битуминозных; песчаников мелкозернистых с глинисто-карбонатным, реже кальцитовым цементом.

По классификационной диаграмме В.Н. Шванова песчаники пласта БГ18 относятся к граувакковым аркозам.

Пласт Ю7-9 (интервал 3451,1-3545,6 м) представлен преимущественно мелкозернистыми песчаниками, в кровле и подошве отмечается переслаивание аргиллитов и алевролитов мелко-крупнозернистых.

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

Песчаники пласта Ю7-9 – полевошпато-кварцевые граувакки по диаграмме В.Н. Шванова.

Установлено, что горизонты песчаников пластов БГ18, Ю7-9 интенсивно изменены постдиагенетическими процессами, которые выражены в разложении полевых шпатов (преимущественно щелочных) на кварц-каолиновый агрегат с сохранением первоначальных контуров, что привело к формированию вторичной пористости. Отмечается серицитизация и альбитизация кислых плагиоклазов. Кварц умеренно корродирован и регенерирован [2].

Анализ распределения битуминозного вещества по разрезу показывает увеличение его содержания с глубиной. Изменение пористости связано преимущественно с текстурно-структурными особенностями пород, в целом, она возрастает к верхним частям разреза.

Полученные результаты РФЛА (рентгенофлуоресцентный силикатный анализ) в целом отображают особенности минерального состава пород. Образцы, имеющие, согласно петрографическому описанию, зерна магнетита, в РФЛА характеризуются повышенным содержанием оксида железа. Наличие в породе минерала лейкоксена отвечает повышенному содержанию рутила. Наличие песчаниках карбонатного цемента дает повышенное содержание оксида кальция.

В результате проведенных исследований выполнено расчленение разреза средней юры – нижнего мела (вымская и ахская свиты), вскрытого скважиной X, по разным группам микрофоссилий (фораминиферы, остракоды, диноцисты и наземные палиноморфы). Комплексный анализ этих групп микрофоссилий позволил обосновать с высокой точностью стратиграфическое положение изученных интервалов разреза.

Границы зон по разным группам микрофоссилий часто не совпадают вследствие разных темпов эволюции, экологическим и хронологическим особенностям ассоциаций. Это позволило определить, в ряде случаев, положение границ общих стратиграфических подразделений в изученном разрезе.

Проведенный комплексный палеоэкологический и биофациальный анализ ассоциаций микробентоса позволил реконструировать палеофации и дать краткую характеристику палеобстановок (табл. 1).

По данным РСА выделенные горизонты характеризуются повышенным содержанием каолинита и альбита, что характерно для отложений, расположенных во флюидомиграционных зонах. По результатам гранулометрического анализа выделенные песчаники характеризуются повышенной пористостью (БГ18 – до 6%, Ю7-9 – до 8%) и трещиноватостью [1].

На генетической диаграмме Л.Б. Рухина породы обоих пластов попали в область III – поле песков, отложенных поступательными движениями воды. По диаграмме К.К. Гостинцева породы пласта БГ18 попали в область «Побережье, вдоль береговой линии, мутьевые потоки, русловые осадки, фации пляжей», а породы пласта Ю7-9 – «Эолово-морские осадки». Эти выводы подтверждаются расположением фигуративных точек на диаграмме Пассеги [3]. Породы пласта БГ18 попали в зону 4 «Пляжи и мелководья», а породы пласта Ю7-9 – зона 1 «направленных течений».

Практически все изученные образцы содержат следы миграции битумоидов, что свидетельствует о самом факте флюидомиграции в разрезе. В пределах пластов БГ18 (нижнемеловые отложения) и Ю7-9 (юрские отложения) выделяются интервалы песчаников с повышенным содержанием маслянисто-смолистых и маслянистых битумоидов. Битуминозные текстуры преимущественно цементные, поровые и трещинные. В трещинах, как правило, отмечаются битумоиды более тяжелого состава, что свидетельствует о миграции ОВ из трещин в породы и говорит о эпигенетичности характера битумоидов. Как правило, эти горизонты отделяются от окружающих пород практически непроницаемыми прослоями аргиллитов.

В то же время в среднеюрских отложениях отмечаются битуминозные аргиллиты, которые фактически могут быть нефтегазоматеринскими. В этих породах выявлено большое количество битумоидов преимущественно смолистого и смолисто-асфальтенового состава, которые полностью пропитывают породы и заполняют многочисленные литогенетические трещины. Более лёгкие фракции практически отсутствуют, т.к. они ушли в пути миграции.

Таблица 1

Таксономический состав комплексов фораминифер и остракод	Стратиграфическое положение	Палеобстановки (краткая информация)
Свита: Вымская (С18, С15 и С14) – нижний байос Ю7-9		
Интервал: 3534,3–3546,3 м (С18)		
Фораминиферы: <i>Ammodiscus arangastachiensis</i> – морские холодолюбивые мелководные(многочисленные), <i>Trochammina cf. praesquamata</i> , морские глубоководные холодолюбивые <i>Hyperammina jurassica</i> , <i>Globulina oolithica</i> , <i>Dentalina ex. gr. terquemi</i>	Низы нижнего байоса	Мелководье, приближенное к берегу / мелководье, удаленное от берега
Свита: Ахская (С10-С8)		
Интервал: 2959,0–2971,0 м (С10)		
Микрофауна не обнаружена		

Таким образом, в изученных отложениях выявлены горизонты, которые при соответствующих ФЕС могут служить коллекторами газоконденсата порово-трещинного типа. Они характеризуются интенсивными вторичными преобразованиями.

Литература

1. Назарова А.А. Литолого-фациальные особенности формирования мезозойских нефтегазоносных отложений «Северного» нефтегазоносного месторождения (Ханты-Мансийский автономный округ) // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXIV Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. Том I / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2020. – 674 с.
2. Шамина, М.И. Литогеохимические и биостратиграфические особенности тюменской и наунакской свит (юго-восток Западной Сибири) = Litho-geochemical and biostratigraphic peculiarities of Tyumen and Naunak suite (south-east of Western Siberia) / М.И. Шамина, И.В. Рычкова, Е.А. Гладков // Нефтяное хозяйство научно-технический производственный журнал. – 2017. – № 8. – С. 42–46.
3. <http://lithology.ru/node/91>
4. <https://neftegaz.ru/tech-library/mestorozhdeniya/142394-zapadno-seyakhinskoe-gazokondensatnoe-mestorozhdenie/>

**ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ПАЛИНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ДЬОЛКУМИНСКОЙ СВИТЫ В РАЗРЕЗЕ ВТОРОЙ НАДПОЙМЕННОЙ ТЕРРАСЫ Р. СУОЛА
(ЦЕНТРАЛЬНАЯ ЯКУТИЯ)**

Павлова М.Р.

Научный руководитель - профессор А.А. Галанин
Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, г. Якутск, Россия

Изучение спорово-пыльцевых спектров, а также непыльцевых палиноморфов и макрорастительных остатков покровных песчаных отложений дьолкуминской свиты Центральной Якутии проводятся нами начиная с 2014 г. В настоящей статье обсуждаются особенности строения и спорово-пыльцевого состава свиты, изученные в обнажении второй надпойменной террасы р. Суола (долина среднего течения р. Лена) в 2016 г.

Разрез № 180 (62°5'34" с. ш.; 130°11'28" в. д.) расположен в 30,2 км к юго-западу от п. Нижний Бестях, Мегино-Кангаласского района Якутии. Видимая суммарная мощность отложений составляет около 12 м. В его строении выделяются 2 пачки. Верхняя пачка залегает в интервале 0-10 м и представлена песчаными отложениями дьолкуминской свиты; нижняя – в интервале 10-12 м и сложена супесчано-суглинистым аллювием мавринской свиты.

Отложения дьолкуминской свиты представлены песком светло-желтым мелкозернистым перекрестно-косослоистым и слабоволнистым с небольшими жилками и трещинами 10-12 см, заполненные песком белесым пылеватым, с множеством микронесогазий и плоскостей дефляции, включающие палеопочвенные горизонты мощностью 0,5-3 см, рассеянные угольки и единичные корни растений. На основе нескольких радиоуглеродных дат [1], а также геоморфологической позиции исследованного разреза, возраст отложений отнесен к концу позднего неоплейстоцена и началу голоцена.

Из интервала 0-10 м отобрано 26 образцов на спорово-пыльцевой анализ. Химическая подготовка проб производилась с применением адаптированной методики, базирующейся на методах Гринчука [5, 6] и Фаэгри-Иверсена [7]. Микроскопирование выполнено с использованием светового микроскопа проходящего света PRIMO STAR Zeiss с увеличением 400 раз. По мимо идентификации спор и пыльцы производилось параллельное определение непыльцевых палиноморфов.

На основании полученных данных в отложениях дьолкуминской свиты, вскрытых в пределах второй надпойменной террасы р. Суола, выделены два палинокомплекса – «аккумуляции» (накопления песчаных отложений) и «стабилизации» (палеопочвенные горизонты, отмеченные в интервалах 6,4-6,8 м, 7,0-7,4 м, 7,4-8,0 м и 8,3-8,4 м).

Палинокомплекс «аккумуляции» (22 пробы) характеризуется полным отсутствием спор и пыльцы. Отмечены единичные зерна *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Syrageae*, *Poaceae*, *Caryophyllaceae*, *Cichorioideae*, *Asteroidae*, *Brassicaceae*, *Rosaceae*, *Ariaceae*, *Thalictrum*, *Ericaceae* и *Sanguisorba officinalis*. В древесной группе присутствуют единичные зерна *Pinus s/g Diploxylon*, *Betula* spp. Присутствие в некоторых спектрах относительно большом количестве зерен пыльцы *Picea* (от 17 до 46-56 шт.) имеет, предположительно, переотложенный характер из нижележащей аллювиальной пачки отложений. Зерна *Picea* имеют плохую сохранность, представлены в основном отдельными фрагментами, очень мало целых экземпляров, также выявлена кристаллизованная пыльца. Отмечено единичное присутствие спор *Selaginella rupestris*, *Shagnum* и *Polypodiophyta*, переотложенные зерна *Cf. Osmunda* и угольки.

Палинокомплекс «стабилизации» (4 пробы) характеризуется доминированием травянистой растительности (11-23%). Преобладает пыльца *Artemisia* (1,6-6,1%), *Chenopodiaceae* (1,1-5,1%) и *Poaceae* (1,3-8,6%). Присутствуют также *Syrageae*, *Caryophyllaceae*, *Rosaceae*, *Sanguisorba officinalis*, *Asteroidae*, *Cichorioideae*, *Ericaceae*, *Brassicaceae*. Пыльца древесных растений представлена *Pinus s/g Diploxylon* (3,8-16%), *Betula* spp. (3-11%), *Alnaster* (0,7-5%) и *Salix* (0,3-1,3%). Много пыльцы *Picea* (от 45 до 73%), которая имеет переотложенный характер из более древних подстилающих аллювиальных отложений. Споры представлены *Selaginella rupestris* (до 2,3%), *Polypodiophyta*, *Sphagnum* (0,1-2,8%); в большом количестве присутствуют переотложенные зерна *Cf. Osmunda* (2,7-6,5%). Отмечены непыльцевые палиноморфы, такие как *Glomus* и угольки. Концентрация составляет 80-255 зерен / г.

Таким образом, получены данные об особенностях строения и спорово-пыльцевом составе отложений дьолкуминской свиты долины среднего течения р. Лена, вскрытой в пределах второй надпойменной террасы р. Суола, формирование которой происходило на протяжении конца МИС2 и начала голоцена. Установлено, что в палиноспектрах преобладает пыльца трав с доминированием *Artemisia*, *Chenopodiaceae* и *Roaceae*; отмечены низкие концентрации пыльцы (10-255 зерен / г), что говорит о плохой продуктивности. Отчетливо прослеживаются периоды «аккумуляции» песчаных отложений и «стабилизации» (закрепления), сменяющие друг друга на протяжении указанного времени. Выделенные непальцевые палиноморфы, такие как *Glomus* и угольки, указывают на сухие обстановки осадконакопления, эрозии и локальных пожаров. Полученные данные хорошо коррелируются с результатами Камалетдинова с соавт. [2], где спорово-пыльцевые спектры, полученные из нижней части пачки дьолкуминской свиты обнажения Песчаная гора (долина среднего течения р. Лена), характеризуются доминированием *Artemisia*, *Roaceae*, *Chenopodiaceae* и *Syringaceae* при малочисленных кустарниковых березах и ольховнике. Их накопление происходило с конца МИС3 и весь МИС2 [2].

Полученные результаты также хорошо соотносятся с данными, проведенных нами ранее исследований для отложений дьолкуминской свиты долины нижнего течения р. Вилюй (ключевые разрезы тукулан Кысыл-Сыр и высокая терраса р. Вилюй) [3, 4], где установлено, что в палиноспектрах преобладает пыльца трав с доминированием *Roaceae*, *Chenopodiaceae*, *Artemisia*, *Caryophyllaceae* и *Syringaceae*. Также здесь прослеживаются палинокомплексы «аккумуляции» эолово-криогенных отложений и их «стабилизации», как и в разрезе второй надпойменной террасы р. Суола, сменяющие друг друга на протяжении конца МИС3 и всего МИС2.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 21-17-00054.

Литература

1. Галанин А.А., Павлова М.Р. Позднечетвертичные дюнные образования (Дьолкуминская свита) Центральной Якутии (Часть 2) // Криосфера Земли. – 2019. – Т. XXIII. – № 1. – С. 3 – 16.
2. Камалетдинов В.А., Минюк П.С. Строение и характеристика бестяхской террасы Средней Лены // Бюл. Комиссии по изучению четвертичного периода. – 1991. – № 60. – С. 68 – 70.
3. Павлова М.Р. Палинологическая характеристика дьолкуминской свиты (верхний плейстоцен) долины нижнего течения р. Вилюй (Центральная Якутия) // Материалы XXIV Международного научного симпозиума имени академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр». Томск, 2020. – Т. 1. – С. 38-39.
4. Павлова М.Р., Рудая Н.А., Галанин А.А., Шапошников Г.И. Строение и динамика развития дюнных массивов Вилюйского бассейна в позднечетвертичное время (на примере тукуланов Махатта и Кысыл-Сыр) // Сибирский экологический журнал. – 2017. – № 4. – С. 473 – 486.
5. Палеопалинология: в 3 т. / Под ред. И.М. Покровской. – Л.: Недра, 1966. – Т. 1. – 251 с.
6. Пыльцевой анализ / Под ред. И.М. Покровской. – М.: Госгеолиздат, 1950. – 570 с.
7. Faegri K., Iversen, J. Textbook of Pollen Analysis. – The Blackburn Press, 1989. – 328 p.

ПЕРВЫЕ НАХОДКИ ЭДИАКАРСКИХ ОРГАНИЗМОВ В ВЕРХНЕМ ВЕНДЕ НА ЮГЕ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Римский А.А., Рудько С.В., Колесников А.В.

Научный руководитель - ведущий научный сотрудник А.В. Колесников

Геологический институт РАН, г. Москва, Россия

Эдиакарские организмы представляют собой разнородные ассоциации палеонтологических остатков с неясным положением на филогенетическом древе. До сих пор не установлено, являются ли обстановки осадконакопления с найденными в них отпечатками животных единственно пригодными для жизни, либо говорят только о месте с наилучшей сохранностью. Эдиакарская биота, известная нам исключительно благодаря уникальной сохранности в виде отпечатков, слепков или примитивных агглютинированных скелетных остатков, представлена настолько разнородными ассоциациями вымерших организмов, что установление их положения на филогенетическом древе эволюции до сих пор проблематично, и мировое сообщество не пришло к единому мнению относительно того, как функционировали эти живые системы прошлого.

Нами впервые обнаружены новые местонахождения отпечатков эдиакарских организмов в отложениях венда на юге Сибирской платформы. В районе исследований вендские отложения разделены снизу-вверх на дальнетайгискую, жуинскую и трехверстную серии, которые в свою очередь согласно надстраиваются отложениями кембрия. Проблематичные находки эдиакарских отпечатков присутствуют в верхней части жуинской серии (ченчинская свита), а несомненные - в нижней части трехверстной серий (жербинская свита).

Верхняя часть ченчинской свиты представляет собой чередование пачек мощностью 5-12 м, внутри каждой из которых прослеживается трансгрессивно-регрессивный цикл. Более глубоководные глинистые мергели постепенно сменяются значительно карбонатными, а те в свою очередь опесчаненными и ооидными известняками. Венчают пачку строматолитовые купола, свидетельствующие о более мелководных обстановках. Иногда глинистые мергели сменяются маломощным аргиллитовым слоем, в котором найдены отпечатки мест крепления эдиакарских организмов. Такие текстуры принято называть знаками танца («swing marks») – отпечатками в форме борозд и бугорков, сформировавшихся вокруг места крепления в результате флуктуаций в турбулентном потоке. Однако, не исключено, то что описанные знаки танца, имеют абиогенную седиментационную природу. В частности, они могли образоваться в результате «укола» поверхности принесенным обломком («prod marks») (Рис. 1и, к). Кроме того, присутствуют проблематики (Рис. 1з), представленные желобковыми знаками («groove marks»). Текстуры орнаментированы небольшими продольными гребнями и полосами и изолированы друг относительно друга.

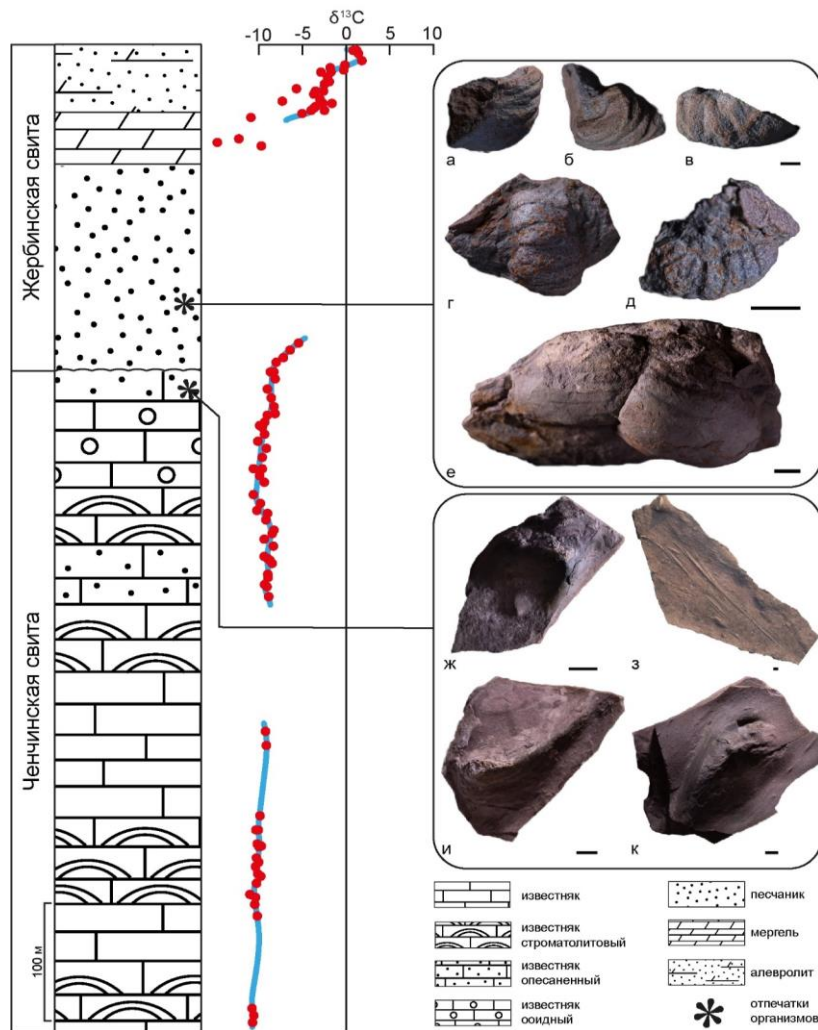


Рис. Местонахождение отпечатков эдиакарских организмов в ченчинской и жербинской свитах и их положение относительно углеродной аномалии $\delta^{13}C$ жуинской серии полученной Б.Г. Покровским и М.И. Буякайте [2]

Карбонатные фации ченчинской свиты резко сменяются монотонной толщей песчаных осадков жербинской свиты. Можно предположить, что смена характера седиментации связана с повышением уровня моря. Разрез нижней части жербинской свиты представлен монотонной толщей косослоистых песчаников с текстурами ряби течения и волнения, при этом в основании свиты песчаники отличаются зеленой окраской, обусловленной присутствием глауконита. Находки организмов группы *Petalonamae* (Рис. а-е), характеризующих эдиакарскую биоту намского типа, происходят из глауконитовых песчаников нижней части свиты. Вероятно, к глауконитовым песчаникам находки приурочены неслучайно. Глауконит – аутигенный минерал, индикатор обстановок медленного осадконакопления. Именно в таких обстановках сделано большинство находок ископаемых эдиакарских организмов. С другой стороны, образование глауконита могло быть следствием жизнедеятельности самих организмов.

Глобальная корреляция изотопной аномалий углерода жуинской серии определяет возраст отложений с находками эдиакарской биоты моложе $567,3 \pm 3$ млн. лет (Рис.) [1]. Наличие представителей намской биоты в отложениях жербинской свиты позволяет не только более точно коррелировать Патомский разрез с разрезами всего мира, но и реконструировать обстановки обитания и тафономию самих организмов. Исследования проведены при финансовой поддержке РНФ (грант №20-77-10066) и РФФИ (грант № 19-05-00155).

Литература

1. Rooney A.D. et al. Calibrating the coevolution of Ediacaran life and environment // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. – 2020. – Т. 117. – №. 29. – С. 16824–16830.
2. Покровский Б.Г., Буякайте М.И. Геохимия изотопов С, О и Sr в неопротерозойских карбонатах юго-западной части Патомского палеобассейна, юг Средней Сибири // *Литология и полезные ископаемые*. – 2015. – №. 2. – С. 159–159.

**ДИМОРФИЗМ ФОРАМИНИФЕР *QUINQUELOCULINA EOSSELENE* ИЗ ТАВДИНСКОЙ СВИТЫ
Рыбалко Р.Т.**

Научный руководитель - доцент П.В. Смирнов
Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия

На протяжении многолетних исследований ископаемых фораминифер Западной Сибири, инициированных в первой половине XX века [1], в тавдинской свите *P_{2tv}* в объеме отряда *Miliolida* выявлено два вида фораминифер: *Miliolina selene* (Karrer), 1868 [3] и *Quinqueloculina eossele* Putrja [5]. Вид *Miliolina selene* известен в тавдинской свите из первого монографического исследования фораминифер палеогена Западной Сибири. Фораминиферы вида *Quinqueloculina eossele* впервые установлены советским ученым-палеонтологом Ф.С. Путря [1961] в глинах тавдинской свиты из скважины вблизи г. Тобольск. Под этим видом Ф.С. Путря понимал фораминифер с клубковидной овальной, плоско-выпуклой раковиной средних размеров с углубленными швами и базальным арковидным устьем. Более подробное описание этого вида позже выполнила В.М. Подобина [1998] на основании собственных материалов, на которое автор и опирается в настоящей работе. Виды отряда *Miliolida*, как отмечалось в более ранних работах [3, 4], встречаются в тавдинской свите редко, в связи с чем их описания часто фрагментарны и не полны, а в качестве иллюстрационного материала выступают рисованные изображения, объективность которых, как уже давно отмечалось [2], уступает фотоснимкам. Однако внимательное изучение описаний, рисованных изображений и их сравнение, а также изучение собственных материалов автора дает основание полагать, что под двумя разными видами *Miliolida* Р.Х. Липман [1955] и Ф.С. Путря [1961] описали раковины, принадлежащие к одному виду. Причиной такого разночтения таксонов могло быть в существовании нескольких морфологических генераций одного вида. Во избежание дальнейшего расширения синонимии и унификации понимания таксонов необходимо проанализировать морфологическое разнообразие раковин *Miliolida* и выявить его причины.

Материалами для проведения исследований послужил керн скважины, пробуренной в 2018 году на Кыштырлинском месторождении керамзитовых глин [7]. Глубина скважины составила 60 метров. Отбор проб для микрофаунистических исследований проводился с интервалом 1 м. Образцы отбирались весом до 200 г. Лабораторная обработка проб проводилась по стандартной методике [6]. Выборка раковин и изучение особенностей их морфологии осуществлялась под бинокулярным микроскопом модели МБС-1.

Изучение количественного состава комплекса показало, что относительная численность крупных раковин *Miliolida* с размером 200 мкм и численность мелких раковин с размером 80-100 мкм равны. Равное содержание морфологически сходных разноразмерных раковин указывает на существование в комплексе макро- и микросферических генераций одного вида.

В результате исследования раковин фораминифер разных генераций отряда *Miliolida* была составлена следующая их характеристика: макросферическая генерация характеризуется меньшими размерами от 80 до 100 мкм. Раковина клубкообразная, широкоовальная, состоит из пяти трубчатых камер. Средняя камера слабо вдавлена, последняя камера крупных размеров. Устье расположено на наклонном устьевом конце, базальное, имеет вид высокой арки. Микросферическая генерация отличается более крупными размерами до 200 мкм, также раковина более уплощенная и имеет более узкое устье.

Изучение представительной выборки и количественного состава *Miliolida* из тавдинской свиты позволило выявить и охарактеризовать микро- и макросферическую генерации вида *Quinqueloculina eossele*. Возрастные генерации отличаются друг от друга в первую очередь размерами, а также формой раковины и устья. Выполненная диагностика устанавливает синонимичность описания Р.Х. Липман [1955] фораминиферы вида *Miliolina selene* и *Quinqueloculina eossele* Ф.С. Путря [1961], так как Р.Х. Липман [1955] производила диагностику, опираясь на ныне устаревшую таксономическую номенклатуру и описала одну из генераций клубковидной фораминиферы тавдинской свиты, вида *Quinqueloculina eossele*, как фораминиферу вида *Miliolina selene*.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования в рамках государственного задания FEWZ-2020-0007 «Фундаментальные закономерности развития природной среды юга Западной Сибири и Тургай в кайнозой: седиментология осадочных толщ, абиотические геологические события и эволюция палеобиосферы» Исследования выполнены с использованием оборудования ЦКП «Биокосные системы криосферы», Тюменский научный центр СО РАН.

Автор выражает искреннюю признательность своему руководителю П.В. Смирнову за ценные профессиональные советы и моральную поддержку на протяжении выполнения всего проекта, а также Я.С. Трубину за помощь в поиске литературы и обсуждение результатов.

Литература

1. Дайн Л.Т. Некоторые виды фораминифер меловых отложений Шумихинского района Челябинской области // Микрофауна СССР. – 1961. – Сб. XII. – С. 4–37, табл. 1-2 / Тр. ВНИГРИ, вып. 170.
2. Коробков И.А. Палеонтологические описания. Л.: Недра, 1978. – 206 с.
3. Липман Р.Х. Фораминиферы палеогена // Характерные фораминиферы мела и палеогена Западно-Сибирской низменности. Москва, государственное научно-техническое издательство литературы по геологии и охране недр, 1955. – С. 65–123.
4. Подобина В.М. Фораминиферы и биостратиграфия палеогена Западной Сибири. – Томский государственный университет ТГУ, Томск 1998. – 140 с.
5. Путря Ф.С. Милиолиды верхнемеловых и палеогеновых отложений Западно-Сибирской низменности // Материалы по палеонтологии и стратиграфии Западной Сибири. - Новосибирск, 1961. – С.29–66, 7 табл. / Тр. СНИИГГиМС, Вып. 15.
6. Практическое руководство по микрофауне. Т. 8. Фораминиферы кайнозоя. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2005. – 324 с.

7. Смирнов П.В., Дерягина О.И., Новоселов А.А., Трубин Я.С., Баталин Г.А., Гареев Б.И., Плюснин А.В. Глины тавдинской свиты эоцена: литогеохимические и седиментологические аспекты (Кыштырлинское месторождение, Западная Сибирь) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, – 2019, Т. 330. – № 11. – С. 130–144.
8. Трубин Я.С. Смирнов П.В. Фораминиферы семейства Cibicididae палеогена Западной Сибири (литературный обзор). Сборник тезисов докладов всероссийской молодежной геологической конференции памяти В.А. Глебовицкого. – СПб.: Изд-во ВВМ, 2020. – С. 191–193.

НОВЫЕ ДАННЫЕ U-Pb ДАТИРОВАНИЯ ЦИРКОНОВ ЗЕЛЕННЫХ СЛАНЦЕВ ЗМЕИНОГОРСКОГО РУДНОГО РАЙОНА (РУДНЫЙ АЛТАЙ)

Семиряков А.С., Бестемьянова К.В., Гринёв Р.О.

Научный руководитель - доцент О.М. Гринёв

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

В лаборатории структурной геологии и тектоники кафедры палеонтологии и исторической геологии ТГУ разрабатывается тема «Обновленная концепция морфотектоники, магматизма и рудогенеза Рудного Алтая», основанная на более чем двадцатилетнем изучении данного мегапрогиба. Цель исследования заключается в анализе региональных структурно-формационных и минерагенических данных, наработанных предшественниками, а также в разрешении спорных моментов в расшифровке истории геологического развития, геодинамической принадлежности и минерагенической специфики мегаструктуры Рудного Алтая с применением современных методов исследования, в частности U-Pb датирование.

Одной из довольно острых проблем является расшифровка додевонской истории Рудно-Алтайского мегапрогиба. Ряд исследователей утверждает, что в девоне Рудный Алтай зародился на герцинской коре океанического типа. При этом игнорируются данные предшественников о наличии раннепалеозойского структурного этажа, представленного в частности Алейским и Курчумским выступами фундамента, не охарактеризованных палеонтологически, возраст которых определен как PZ₁ [2]. Также не берутся во внимание выступы докембрийских метаморфизованных толщ в обрамлении Рудно-Алтайского мегапрогиба. В ходе последней геологической съемки масштаба 1:200 000 раннепалеозойские осадочно-метаморфизованные отложения Алейского выступа были выделены уже в ранге корбалихинской толщи с возрастом S₂-D₁ [1], при этом нижний возрастной предел формирования толщи весьма условный, а верхний ограничивается ранним эмсом – началом осадконакопления мельничной свиты. Это явно противоречит основным параметрам, характеризующим зеленые сланцы раннего палеозоя и девонские стратифицированные накопления.

Для решения данного вопроса летом 2020 года О.М. Гринёвым и Р.О. Гринёвым были отобраны образцы зеленых сланцев из выступов этих пород, расположенных в пределах рудных полей Змеиногорского, Стрижковского и Петровского месторождений Змеиногорского рудного района.

Образцы были исследованы петрографически, в ЦКП «Аналитический центр геохимии природных систем» определен их геохимический состав. В лаборатории геохронологии и геодинамики ТГУ проведены изотопно-геохимические исследования U-Pb методом. Контроль поверхности зерен осуществлялся с использованием растрового электронного микроскопа TESCAN VEGA 2 LMU и применения детектора обратно рассеянных электронов (BSE) и катодолуминесцентного детектора (CL). Изотопный анализ циркона проводился методом лазерной абляции и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (LA-Q-ICP-MS) с применением системы лазерной абляции Analyte Excite (Teledyne CETAC Technologies) с эксимерным лазером (193 нм) и квадрупольного масс-спектрометра с индуктивно связанной плазмой Agilent 7900.

Для достижения максимальной объективности возрастной картины при подготовке проб отбирались все цирконы определенной выборки, включающие разные размерные и морфологические разновидности. Результаты датирования детритовых цирконов метаморфизованных пород корбалихинской толщи отражены на рисунке.

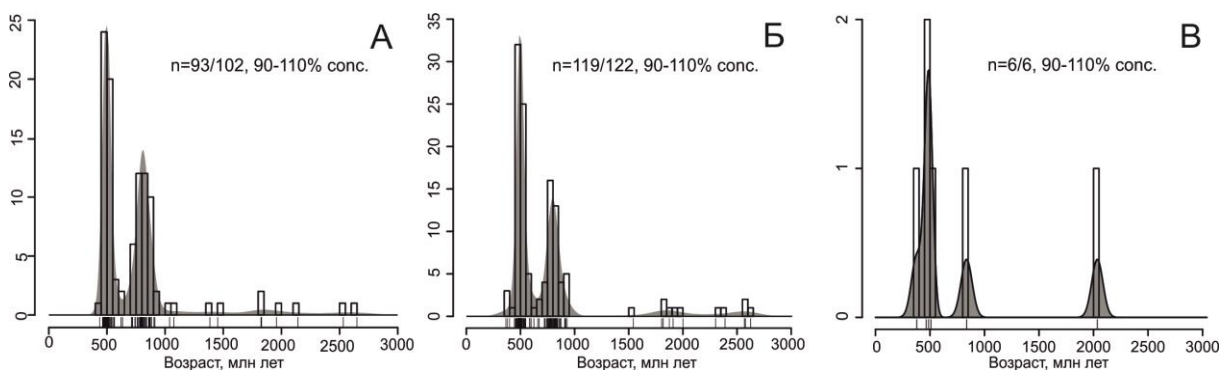


Рис. Гистограммы распределения и плотности вероятности U-Pb возраста обломочных зерен цирконов из выступов корбалихинской толщи: А – Змеиногорский, Б – Стрижковский, В – Петровский. Ширина бина гистограммы – 50 млн лет. Границы конкордантности приняты 90-110%

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

Анализ гистограмм показывает, что основными эпохами формирования изученных цирконов зеленых сланцев были возрастные рубежи среднего кембрия (~496 млу лет) и позднего рифея (~805 млн лет). Однако кроме этих основных рубежей формирования цирконов установлены слабо представленные количественно рубежи, соответствующие позднекарельской, раннекарельской и даже позднеархейской эпохам складчатости, что важно для расшифровки докембрийской истории всего Алтайского региона. Возраст метаморфизма корбалихинской толщи нельзя зафиксировать анализом U-Pb изотопной системы в цирконах. Для его определения требуется проведение дополнительных исследований, например, Ag-Ag датирование метаморфогенного серицита или термобарометрические исследования хлорита.

Источником сноса детритовых цирконов в зеленосланцевый резервуар после среднего кембрия наиболее вероятно служили структуры Горного Алтая. В современной геодинамической схеме Горного Алтая двум основным пикам накопления цирконов соответствуют океанический мегаэтап и представляющий его мегакомплекс (R₃-Є₁), островодужный мегаэтап и мегакомплекс (Є₁-O₁) [10]. Более древние рубежи корообразования и преобразования не учитываются, хотя, как можно видеть на рисунке, они проявлены.

По геохимическим данным изучения зеленосланцевых выступов Змеиногорского района и их сравнения с зелеными сланцами Горного Алтая (Ануйско-Чуйская и смежная с РАМП Холзунско-Чуйская и СФЗ) корбалихинская толща является практически полным аналогом образованиям горно-алтайской серии [7], и их наиболее вероятный возрастной интервал формирования укладывается в рамки ордовика и силура, представляющих поздние каледониды.

Таким образом, как Горному Алтаю, так и смежному Рудному Алтаю присущи более длительные этапы догерцинского формирования, включая рубежи: позднего архея, ранних карелид, поздних карелид, байкалид и каледонид.

Девонский этап формирования геоструктур Алтая начался с раннего девона, когда в пределах АССО началось формирование масштабной Тувинско-Минусинско-Западносибирской плюм-рифтогенной системы [5, 11, 12]. В рамках этой трансрегиональной системы структуры Рудно-Алтайского мегапрогиба занимают крайнее западное положение, пограничное между герцинидами Обь-Зайсанской подвижной области и плюм-рифтогенной Алтае-Саянской системой. Через Коргонский прогиб Рудный Алтай непосредственно смыкается с западной депрессионной зоной плюм-рифтогенной системы АССО [4]. Формирование девонского палеорифта и его магматизм начались почти на 20 миллионов лет раньше (лохков – прага) проявлений магматизма в пределах РАМП (эмс – эйфель) [9, 12]. Заложение и развитие Рудного Алтая шло под влиянием процессов, протекавших как в пределах геринского складчатого пояса, так и процессов формирования плюм-рифтогенной системы девона АССО [3, 8].

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-35-90036 «Обновленная концепция морфотектоники, магматизма и рудогенеза Змеиногорского рудного района (Рудный Алтай)»; в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ № 0721-2020-0041 «Геохимические параметры эволюции магматизма, рудогенеза Центрально-Азиатского складчатого пояса».

Литература

1. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. Издание второе. Серия Алтайская. Лист М-44-ХI (Змеиногорск). Объяснительная записка / Составители: С. И. Федак [и др.], редактор: В. М. Исаков. М(СПб). 2008. – 263 с.
2. Государственная геологическая карта СССР. Масштаб 1:1 000 000 (новая серия). Объяснительная записка. Лист: М-44(45) (Усть-Каменогорск). Ответственный редактор Д. П. Авров. – Л., ВСЕГЕИ. – 1980 г.
3. Гринев, О. М. Морфоструктуры и вещественный состав эмс-раннеэйфельских вулканитов Змеиногорского рудного района (Рудный Алтай) / О. М. Гринев, К. В. Бестемьянова, Р. О. Гринев // Материалы IX Всероссийской петрографической конференции с международным участием «Петрология магматических и метаморфических комплексов». – Томск: Изд-во Томского ЦНТИ. 2017. – С. 118-127.
4. Гринев, О. М. Морфотектоника и магматизм западномонгольско-горноалтайско-Кузнецкой зоны девонских депрессий – составной части Тувинско-Минусинско-Западносибирской рифтовой системы // Корреляция алтаид и уралид: магматизм, метаморфизм, стратиграфия, геохронология, геодинамика и металлогеническое прогнозирование: Материалы Второго Российско-Казахстанского международного научного совещания. – Новосибирск. – 2014. – С. 37-39.
5. Гринев, О. М. Рифтовые системы Сибири: методология изучения, морфотектоника, минерагения. – Томск: STT, 2007. – 434 с.
6. Гринев, О. М. Тувинско-Минусинско-Западно-Сибирская рифтовая система: геология, морфотектоника, минерагения // Вестник ТГУ. – 2007. – Вып. 299. – С. 185-193.
7. Семиряков, А. С. Проблема возраста терригенно-метаморфогенной корбалихинской толщи Змеиногорского рудного района (Рудный Алтай) / А. С. Семиряков, К. В. Бестемьянова // Азимут геонаук. Вып. 1. Материалы Междисциплинарной молодежной научной конференции «Азимут ГЕОнаук – 2020». – Томск: Изд-во Томского ЦНТИ, 2020. – С. 89–92.
8. Сравнительная морфотектоника внешних и внутренних структур Рудно-Алтайского мегапрогиба / О. М. Гринев, А. А. Страхов, К. В. Бестемьянова, Р. О. Гринев // Материалы восьмой Всероссийской петрологической конференции с Международным участием «Петрология магматических и метаморфических комплексов». – Томск: Том. ун-т, 2016. – С. 93-107.
9. Среднепалеозойские риолиты Горного и Рудного Алтая: возраст и особенности состава / М. Л. Куйбида, В. И. Тимкин, В. А. Кривчиков, О. В. Мурзин, В. И. Крупчатников, О. М. Попова, Н. Н. Крук, С. Н. Руднев, Я. В. Куйбида, С. П. Шокальский, Н. И. Гусев, Т. Komiya, S. Aoki, M. Sun, A. V. Нарыжнова // Доклады Академии наук. – 2019. Т. 487. – № 5. – С. 532–537.
10. Туркин, Ю. А. Геология и структурно-вещественные комплексы Горного Алтая / Ю. А. Туркин, С. И. Федак. – Томск: STT, 2008. – 459 с.

11. Ernst, R. E. Age correlation of Large Igneous Provinces with Devonian biotic crises / R. E. Ernst, S. A. Rodygin, O. M. Grinev // *Global and Planetary Change*. – 2020. – Vol. 165. – pp. 12.
12. Magmatism of the Devonian Altai-Sayan Rift System: Geological and geochemical evidence for diverse plume-lithosphere interactions / A. Vorontsov, V. Yarmolyuk, S. Dril. R. Ernst, O. Perfilova, O. Grinev, T. Komaritsyna // *Gondwana Research*. – 2021. – Vol. 89. – pp. 193-219.

КОМПЛЕКСЫ АРХЕОЦИАТ БОТОМСКОГО ЯРУСА ОЛДЫНДИНСКОЙ СВИТЫ (ЗАПАДНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

Скрипников М.С.

Научный руководитель – старший научный сотрудник Л.И. Ветлужских
Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия

Археоциаты, являясь важнейшей руководящей группой для нижнего кембрия, сыграли большую роль при расчленении нижнекембрийских отложений, с последующим выделением ярусов Общей стратиграфической шкалы (ОСШ). За более чем вековое их изучение, была исследована морфология скелета, разработана систематика, установлено эволюционное развитие этой группы вымершей фауны, в чем заслуга, в том числе советских и российских палеонтологов. Нижнекембрийские известняки, содержащие остатки археоциат, имеют широкое распространение на территории нашей страны – на Сибирской платформе, в Алтае-Саянской складчатой области (АССО), Туве, Забайкалье и Приморье.

На территории Западного Забайкалья органогенные известняки с археоциатами были обнаружены на Витимском плоскогорье А.Ф. Колесовым в 1932 г. по р. Левая Олдында [6]. Был принят кембрийский возраст вулканогенно-карбонатных отложений, позднее выделенных в олдындинскую свиту [1].

В результате проведенных тематических биостратиграфических исследований в 50-60-х годах прошлого столетия в бассейнах ручьев Хулудый, Ульдзуйтуй, рек Олдында, Химгильда и Кыджимит было получено большое количество нового палеонтологического материала - массовые остатки археоциат, местами трилобитов, а также известковых водорослей. Это позволило выделить шесть основных структурно-фациальных зон нижнепалеозойского осадконакопления на территории Саяно-Байкальской горной области [4, 6].

Обнаружение выходов археоциатов известняков по руч. Ульдзуйтуй в 1948 г. [2, 6] послужило толчком к изучению археоциат, выделению стратонов и разработке региональных стратиграфических схем на территории Западного Забайкалья. И.Т. Журавлева выделяла в пределах руч. Ульдзуйтуй четыре археоциатовых комплекса, близких к комплексам АССО – «обедненный базаихский», базаихский, камешковский и санаштыкгольский [2, 3, 4, 6]. Б.А. Далматовым и М.М. Язмиром были выделены три, а позднее и четыре горизонта с местными географическими названиями - нижнеульдзуйтуйский, верхнеульдзуйтуйский, сухореченский и хулудинский [6].

Наибольший интерес на данный момент представляет изучение двух горизонтов – сухореченского и хулудинского.

Стратотип сухореченского горизонта (комплекса) обнажается в бортах руч. Сухой, в бассейне руч. Ульдзуйтуй. Разрез представлен светло-серыми, серыми известняками. Сухореченский комплекс археоциат представлен разнообразными формами с усложненным строением скелета, элементы которого, как правило, наблюдаются на внутренней стенке – чешуи, кольца, шипики и др. Типичными здесь являются представители родов *Fransuasaesyathus*, *Tumuliolinthus*, *Loculicyathus*, *Baikalocyathus*, *Leptosocyathus*, *Geocyathus*, *Tumulocyathus* и др. М.М. Языр (1975) соотносил этот комплекс с камешковским комплексом АССО [6].

Хулудинский горизонт был выделен по руч. Хулудый. Археоциаты этого комплекса представлены родами – *Orbicyathus*, *Taylorocyathus*, *Formosocyathus*, *Heckericyathus*, эндемичным видом *Erismacoscinus angulatus* Jazm. – двустенная форма с шестигранными локулями в интерваллюме [6]. Описанный М.М. Язмиром палеонтологический материал позволил относить данные отложения с долей условности к санаштыкгольскому комплексу, ввиду широкого развития *Erismacoscinus angulatus* Jazm, схожих, по мнению исследователя, с представителями *Syringocyathus* – характерной формой санаштыкгольского комплекса АССО [3].

В результате сопоставления М.М. Язмиром нижнекембрийских комплексов Саяно-Байкальской горной области (СБГО) с комплексами унифицированной схемы АССО было показано, что нижнеульдзуйтуйский, верхнеульдзуйтуйский, сухореченский комплексы сопоставимы с базаихским (ныне надгоризонт) и камешковским комплексами, а хулудинский комплекс с долей условности отвечает низам санаштыкгольского горизонта или является переходным между камешковским и санаштыкгольским [3, 4, 6].

Ряд геологов ставили вопрос о наличии отложений ботомского яруса по руч. Ульдзуйтуй. Этому факту соответствовало отсутствие характерных форм санаштыкгольского комплекса в отложениях сухореченского горизонта, что исследователи связывали «со спецификой фациальных обстановок и недостаточной палеонтологической изученностью» [4, с. 616].

Санаштыкгольский горизонт и сопутствующий ему комплекс археоциат и трилобитов, был выделен А. Г. Вологдиным в 1940 г. по кл. Санаштыкгол, левому притоку р. Абакан в Западном Саяне. Несмотря на то, что перекрывающие и подстилающие горизонт отложения не обнажены, санаштыкгольский комплекс, представленный специфичными родами археоциат и трилобитов, имеет широкое распространение как в нижнекембрийских разрезах АССО, так и за ее пределами. В составе горизонта выделяются зоны по трилобитам (*Poliellina* – *Laticephalus*) и археоциатам (*Clathricoscinus*, *Tercyathellus altaicus* и *Syringocyathus*) [5].

Археоциаты санаштыкгольского комплекса отличаются от более древних комплексов необычайным многообразием форм и резким усложнением устройства скелета. Наряду с усложнением внутренней стенки,

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

отмечается усложнение поровой системы наружной стенки – появляются формы с поровыми каналами, дополнительными оболочками, козырьками. Многочисленны формы с тениями и радиальными трубками в интервалломе.

В результате полевых работ биостратиграфического отряда лаборатории геодинамики ГИН СО РАН в 2015 и 2017 гг. были пройдены дополнительные рекогносцировочные маршруты с целью отбора проб известняков с нижнекембрийской флорой и фауной в стратотипических разрезах ниже-, верхнеульдзуйтуйского и сухореченского горизонтов. Были обнаружены формы археоциат в естественном обнажении по бортам руч. Сухого – левобережного притока руч. Ульдзуйтуй, которые позволяют соотнести сухореченский комплекс с санаштыкгольским комплексом АССО. Это формы с усложненным строением известкового скелета - *Sibirecyathus abacanicus* Voron, *Clathricoscinus infirmus* Zhur, *Clathricoscinus vassilievi* Vol, *Annulocyathella lavrenovae* Krasn, *Ladaecyathus* sp., *Coscinocyathella* sp., *Irinaecyathus* sp., *Vologdinocyathellus schischlovi* Kon, *Sajanolynthus desideratus* Vol et Kash, *Leptosocyathellus mirandus* Osad., *Cycloocyathella jakovlevi* Vol., *Sanarkocyathus* sp., *Robertocyathus meshkovae* Zhur. и др.

В палеонтологических шлифах известняков из хулудинского горизонта определены *Clathricoscinus infirmus* Vol. с псевдорешетчатой наружной стенкой, *Formosocyathus vermiculatus* Vol., что указывает о ботомском возрасте известняков.

Ярусы	Горизонты	Алтае-Саянская складчатая область	Западное Забайкалье	
		Дебринн и др., 1979; Сосновская и др., 2019	Язмир и др., 1975	Предлагаемая в настоящей работе
		Батеневский кряж, Кузнецкий Алатау	Удино-Витимская зона	
Ботомский	Санаштык-гольский	<i>Syringocyathus aspectabilis</i>		Хулудинский горизонт
		<i>Tercyathus altaicus</i>		
		<i>Clathricoscinus</i>		
Атдабанский	Камешковский	<i>Arturocyathus torosus</i>	Хулудинский горизонт	Ульдзуйтуйский горизонт
			Сухореченский горизонт	
	1	Кийский	<i>Nalivkinicyathus cyroflexus</i>	Верхнеульдзуйтуйский горизонт
			<i>Gordonicyathus howelli</i>	Нижнеульдзуйтуйский горизонт
	Натальевский	<i>Nochoroicyathus mariinskii</i>		

Рис. Схема сопоставления горизонтов Западного Забайкалья с горизонтами АССО. Цифрой 1 обозначен «базальский надгоризонт».

Помимо этого, в биогермных постройках из стратотипа верхнеульдзуйтуйского горизонта были описаны *Formosocyathus vermiculatus* Vol., *Irinaecyathus* sp., *Compositocyathus chuludensis* Jazm., *Orbicyathus* sp., локулярные *Erimacoscinus angulatus* Jazm., и *Usloncyathus* sp., многочисленные *Protopharetra grandicaveata* Vol., *Protopharetra polymorpha* Vol., *Dyctiocyathus* sp., не отмеченные предшественниками, что позволяет коррелировать данный комплекс с таковым по руч. Хулудый, и датировать его ботомским ярусом, а не атдабанским, как было принято ранее [2, 3, 4, 6].

Эти палеонтологические данные позволяют выделять три горизонта: ульдзуйтуйский, сухореченский и хулудинский атдабанско-ботомского времени с соответствующими комплексами археоциат. Все это позволяет по-новому сопоставлять комплексы археоциат Западного Забайкалья с комплексами АССО (рис.).

Литература

- Гордиенко И.В., Булгатов А.Н., Руженцев С.В., Минина О.Р., Климук В.С., Ветлужских Л.И., Некрасов Г.Е., Ласточкин Н.И., Ситникова В.С., Метелкин Д.В., Гонегер Т.А., Лепехина Е.Н. История развития Удино-Витимской островодужной системы Забайкальского сектора Палеоазиатского океана в позднем рифее – палеозое // Геология и геофизика. 2010. – Т. 51. – № 5. – С. 589–614.
- Васильев И.Л. Геология Еравнинского рудного поля (стратиграфия, фации осадков и палеогеография) // Труды геологического института академии наук СССР Сибирское отделение Бурятский филиал. Выпуск 14. – Новосибирск: Недра, 1977. – 125 с.
- Осадчая Д.В., Кашина Л.Н., Журавлева И.Т., Бородина Н.П. Стратиграфия и археоциаты нижнего кембрия Алтае-Саянской складчатой области. – М.: Наука, 1979. – 216 с.
- Постников А.А., Журавлева И.Т., Терлеев А.А. Стратиграфия кембрийских отложений Озернинского рудного узла (Западное Забайкалье) // Геология и геофизика. – 1997. – Т.38, №3. – С. 608–619.
- Сосновская О.В., Токарев Д.А., Коровников И.В. Региональная стратиграфическая схема нижнекембрийских отложений восточной части Алтае-Саянской складчатой области // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. 2019. – № 8. – С. 33–69.

6. Язмир М.М., Далматов Б.А., Язмир И.К. Атлас фауны и флоры палеозоя и мезозоя Бурятской АССР: Палеозой. – М.: Недра, 1975. – 184 с.

ШИРОКОВСКИЙ ЛАГЕРШТЕТТ В ВЕРХНЕМ ВЕНДЕ СРЕДНЕГО УРАЛА Сысоева А.О.

Научный руководитель - ведущий научный сотрудник А.В. Колесников
Геологический институт РАН, г. Москва, Россия

В мировой практике местонахождения с большим количеством уникально сохранившихся палеонтологических остатков принято называть термином «лагерштетт». Уникальная сохранность остатков организмов обусловлена быстрыми темпами захоронения осадком, анаэробными условиями среды и отсутствием бактериальной деятельности. Выделяют два типа лагерштеттов: «*Konzentrat-Lagerstätten*» и «*Konservat-Lagerstätten*». Первым термином принято называть местонахождения массового скопления уникально сохранившихся исключительно твёрдых фрагментов ископаемых организмов. Для второго характерны остатки как твёрдых скелетных форм, так и отпечатков мягких тканей. Ко второму типу местонахождений относят, например: *Doushantuo Formation* (Китай), *Mistaken Point Formation* (Канада) и *Ediacara Hills* (Австралия). Все перечисленные лагерштетты являются докембрийскими. Докембрийские лагерштетты, как местонахождения большого количества уникально сохранившихся палеонтологических остатков криптозооя, служат кладезем информации о времени «скрытой жизни». Их изучение важно для понимания причин исчезновения макробиоты в конце вендского периода, предшествующее крупнейшему в истории биосферы взрывообразному увеличению биоразнообразия и усложнению экологической структуры в начале кембрийского периода. Среди общепризнанных докембрийских лагерштеттов преобладают эдиакарские, с ископаемыми остатками макроорганизмов, известных как «эдиакарская биота» и существовавших 600–541 млн лет назад. С эдиакарской биотой связаны возникновение сложно устроенных экосистем и первое экологическое разделение макроскопических организмов в позднем докембрии (~580–540 млн лет) на глобально прослеживаемые палеоэкологические сообщества, известные как ископаемые биоты авалонского (преимущественно глубоководные морские) [7], эдиакарского (крайне мелководные приливно-отливные) и намского типов (продельтовые речные, погруженные в осадок) [5, 6]. Эдиакарская биота известна благодаря уникальной сохранности в виде отпечатков, слепков или примитивных агглютинированных скелетных остатков, представлена разнородными ассоциациями вымерших организмов, установление положения которых на филогенетическом древе эволюции до сих пор проблематично, и мировое сообщество не пришло к единому мнению относительно того, как функционировали эти живые системы прошлого. На сегодняшний день в мире насчитывается около 13 местонахождений с остатками эдиакарских организмов. На территории РФ расположены 5 из них: юго-восточное Беломорье (Архангельская обл.), Оленекское поднятие (Якутия), р. Усть-Мая (Хабаровский край, Якутия), Средний (Свердловская обл., Пермский край) и Южный Урал (Челябинская обл., Башкирия) [6]. До недавнего времени, на статус лагерштетта претендовали только два из этих местонахождений: Беломорское (валдайская серия верхнего венда юго-восточного Беломорья) [4] и Хатыспытское (хорбусуонская серия верхнего венда Оленекского поднятия) [8]. Оба лагерштетта сохранились в стабильных (в отсутствие интрузивов и тектонических дислокаций) участках чехла Восточно-Европейской и Сибирской платформ.

Первые находки эдиакарских организмов на Среднем Урале были сделаны Ю.Р. Беккером в 1972 г. После детального изучения этих остатков, ученым были выделены следующие виды бесскелетных макроорганизмов группы микробиальных колоний: *Tirasiana disciformis* Palij, *T. cf. coniformis* Palij, *T. centralis* Becker, *T. Cocarda* Becker, *Arumberia banksi* Glaessner et Walter, *Nemiana simplex* Palij [1]. С тех пор информации о новых находках района долины р. Косьва и Широковского водохранилища не поступало. Поиск эдиакарской биоты продолжился, но уже по берегам рек Чусовой и её притоков, где позже были обнаружены отпечатки и слепки представителей групп пталонам, фрондоморф, дикинсониеморф, палеопасцихрид и микробиальных колоний [3]. Проблемой изучения палеонтологических остатков по берегам этих рек являлась плохая сохранность (метаморфизм, близость к интрузивным образованиям, раскливажированность поверхностей осадочных толщ, низкая разрешающая способность осадочного материала, труднодоступность обнажений и т.д.) [2].

За период с 2020 по 2021 гг., в результате геологических работ на скальных обнажениях вдоль береговой линии Широковского водохранилища был обнаружен комплекс уникально сохранившихся отпечатков эдиакарских макроорганизмов из чернокаменной свиты сыльвицкой серии верхнего венда Среднего Урала. По предварительным оценкам обнажения чернокаменной свиты в районе Широковского вдхр. могут представлять наиболее полные разрезы для упомянутых стратиграфических подразделений, а палеонтологический материал представлен разнообразными и хорошо сохранившимися формами: дикинсониеморфы, рангеоморфы, псаммокораллы, палеопасцихриды, фрондоморфы, органы прикрепления (арбореаморфы), микробиальные колонии и арумбериоморфы. Дикинсониеморфы представлены отпечатками, напоминающими виды *D. minima* и *D. Costata*, сохранившихся в позитивном эпирельефе в переслаивающихся песчаниках и алевролитах синемакской подсвиты чернокаменной свиты. Рангеоморфы представлены фрагментами перьевидных отпечатков с фрактальным строением, напоминающим род *Charnia*. Стоит отметить, что рангеоморфы ранее были описаны только с Белого моря и Оленекского поднятия. Остатки организмов группы палеопасцихрид представлены всеми видами рода *Palaeopascichnus* – *P. decilatus*, *P. gracilis* и *P. linearis*, сохранившихся в виде многочисленных и разнообразных по форме цепочковидных агглютинированных серий камер. Псаммокораллы представлены коллапсированными отпечатками и слепками форм, похожих на представителей рода *Beltanelloides*. Фрондоморфы и органы прикрепления представлены перьевидными отпечатками и многочисленными дисковидными остатками рода

Aspidella. Также широко распространены проблематичные дисковидные отпечатки, похожие на ранее описанные из других местонахождений концентрические отпечатки типа *Cyclomedusa*, и многочисленные арумбериеморфные текстуры.



Рис. Комплекс макроостатков эдиакарских организмов из Широковского лагериштетта, синекаменная подсвета, чернокаменная свита, сьлвицкая серия верхнего венда Среднего Урала (а - группа *Arboreomorpha*, слепок органа прикрепления; б - концентрическая микробальная колония; в - группа *Psammocorallia*, объемный слепок коллапсированного *Beltanelloides*; г - группа *Palaeorascichnida*, цепочка камер палеопасичнид вида *Palaeorascichnus delicatus*; д - группа *Rangeomorpha*, фрагмент фрактального отпечатка *Charnia*; е - сросшиеся друг в друга концентрические микробальные колонии; ж - группа *Arboreomorpha*, объемный слепок органа прикрепления *Inaria*; з - группа *Dickinsoniomorpha*, дикинсониеморфные отпечатки; и - группа *Frondomorpha*, отпечаток органа прикрепления и первевидного тела).

Таким образом, массовое скопление палеонтологических остатков разных групп эдиакарских организмов со столь уникальной сохранностью в разрезах чернокаменной свиты сьлвицкой серии верхнего венда на Широковском водохранилища претендует на статус третьего на территории РФ эдиакарского лагериштетта – Широковского. Очевидно, что палеобиологический потенциал чернокаменной свиты Среднего Урала раскрыт не полностью и требует дальнейшего изучения. Исследования проведены при финансовой поддержке грантов РФФ 19-77-00028, РФФИ № 19-05-00828 и Президента РФ № МК-3137.2021.1.5.

Литература

1. Беккер Ю.Р. Первые палеонтологические находки в рифее Урала // Известия АН СССР серия «Геология». – Москва, 1977. – № 3. – С. 90–100.
2. Гражданкин Д.В., Маслов А.В. Место венда в Международной Стратиграфической Шкале // Геология и геофизика, №4, т. 56. Биостратиграфия и нефтегазоносность венда. – Н.: СО РАН, 2015. – С.703–717.
3. Гражданкин Д.В. и др. Осадочные системы сьлвицкой серии (верхний венд Среднего Урала) // УрО РАН. – Екатеринбург: 2010. – 280 с.
4. Fedonkin M.A. et al. The Rise and Fall of the Ediacaran Biota // The Geological Society of London. 2007. – 456 p.
5. Grazhdankin D. Patterns of distribution in the Ediacaran biotas: facies versus biogeography and evolution // Paleobiology, 2004. – V. 30. – P. 203-221.
6. Grazhdankin D. Patterns of evolution of the Ediacaran soft-boiled biota // J. Paleontol. 88 (2), 269-283.
7. Grazhdankin D.V. et al. Carbonate-hosted Avalon-type fossils in arctic Siberia // Geology, 2008. – V. 36. (10). – P. 803-806.
8. Narbonne Guy M., Gehling J. G. Life after snowball: The oldest complex Ediacaran fossils // Geology, 2003. – V. 31 (1). – P. 27–30.

ФОРАМИНIFЕРЫ НИЖНЕГО КАРБОНА ВОСТОЧНОГО СКЛОНА СРЕДНЕГО УРАЛА

Терешин А.А.

Научный руководитель - Трубин Я.С.

Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия

Биогенные горные породы, образовавшиеся в раннекаменноугольную эпоху, на среднем Урале отличаются разнообразием фаций, стратиграфическая корреляция которых сопровождается большими трудностями. На южном Урале прослеживаются мелководные, водорослевые и глубоководные фации известняков. Корреляция этих разнофациальных пород необходима для актуализации легенд геологического картирования, геометризации геологических тел и определения одновременности геологических событий. Наиболее значимой группой организмов для расчленения толщи карбонатных горных пород каменноугольной системы являются фораминиферы в силу их быстрой эволюции и способности адаптироваться к изменениям окружающей среды.

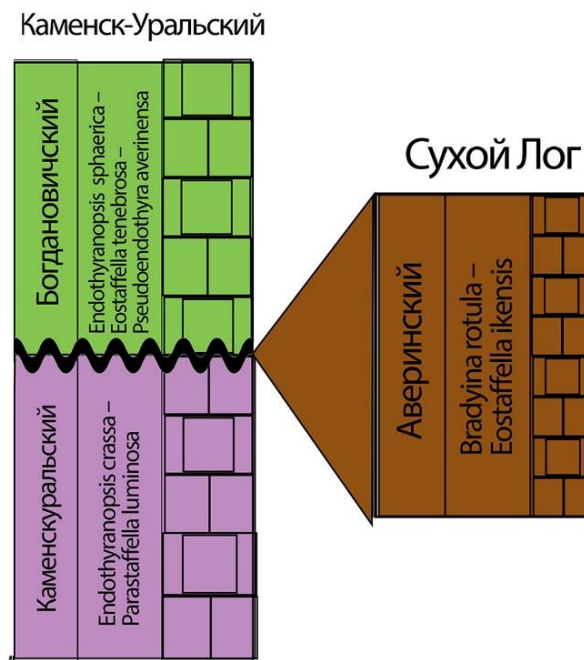


Рис. 1 Корреляция разнофациальных разрезов восточного склона среднего Урала.

Следовательно, целью исследования должно стать биостратиграфическое расчленение и корреляция разнофациальных разрезов нижнего отдела каменноугольной системы восточного склона среднего Урала.

Материалами для исследования стали образцы горных пород, отобранные в районах городов Сухой Лог и Каменск-Уральский [5]. В Сухом Логу встречены главным образом глубоководные известняки. Об их генезисе свидетельствует высокая битуминозность пород и отсутствие водорослей. В Каменске-Уральском прослеживаются мелководные фации известняков, которые сложены остатками кораллов и известковыми водорослями. Из этих образцов были изготовлены петрографические шлифы и рассмотрены под поляризационным микроскопом.

В них выявлено 10 зональных видов фораминифер: *Plectostaffella varvariensisiformis*; *Eostaffella mirifica*; *Eostaffellina Pararotvae*; *Endothyranopsis sphaerica*; *Eostaffella tenebrosa*; *Pseudoendothyra averinensa*; *Eostaffella ikensis*; *Bradyina rotula*; *Parastaffella luminosa*; *Endothyranopsis crassa* [4]. В результате биостратиграфического расчленения выявлено 5 фораминиферовых зон: *Endothyranopsis crassa* – *Parastaffella luminosa*, которая соответствует каменскуральскому горизонту, *Bradyina rotula* – *Eostaffella ikensis*, отвечающей аверинскому горизонту [2] и *Endothyranopsis sphaerica* – *Eostaffella tenebrosa* – *Pseudoendothyra averinensa* которая соотносится с богдановичским горизонтом [1, 3]. В Каменске-Уральском выделяются богдановичский и каменскуральский горизонт, а в Сухом Логу только аверинский. Этот вывод сделан из-за наличия в отложениях разрезов фораминифер, отвечающим определённым фораминиферовым зонам.

После выполнения корреляции (Рис. 1) в изученных разрезах выявлен один перерыв осадконакопления: В разрезе Каменск-Уральского отмечается отсутствие зоны *Bradyina rotula* – *Eostaffella ikensis*, отвечающей аверинскому горизонту, что также является индикатором перерыва осадконакопления. В разрезе Сухого Лога перерыв в осадконакоплении не отмечается. Вероятно, это произошло из-за того, что территория Сухого Лога находилась в более глубоководных обстановках, чем Каменск-Уральский. По этой причине в аверинский этап море на территории Каменск-Уральского разреза отсутствовало, а на территории разреза Сухой Лог продолжала свое существование. О существовании глубоководных обстановок на территории Сухого Лога свидетельствует характерная битуминозность известняков, отсутствие водорослей и скудность органических остатков.

Литература

1. Анцыгин Н.Я., Чувашов Б.И., Золотов К.К. Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой). – Екатеринбург: Уральская государственная Горно-геологическая академия, 2002. – 297 с.
2. Степанова Т.И., Кучева Н.А. Разрез “Худолоз” - стратотип горизонтов субрегиональной системы нижнекаменноугольных отложений восточного склона Урала. – Екатеринбург: Институт геологии и геохимии УрО РАН, 2005.
3. Степанова Т.И., Кучева Н.А. Палеонтологическое обоснование горизонтов серпуховского яруса Восточно-Уральского субрегиона в стратотипе по реке Худолоз. – Екатеринбург: Институт геологии и геохимии им. А.Н. Заварицкого Уральского отделения РАН, 2004.
4. Маслов В.П. Атлас породообразующих организмов (Известковых и кремневых). – М: Наука, 1973. – 274 с.
5. Огородников В.Н. Геологические маршруты по Сухоложскому и Каменскому полигонам: Учеб. пособие. – Екатеринбург: Министерство образования РФ. Урал. гос. горн.-геол. Акад., 2002.– 297 с.

**ПРИМЕНЕНИЕ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКОГО
РАСЧЛЕНЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ПЛАСТОВ АНАБАРО-
ХАТАНГСКОЙ СЕДЛОВИНЫ**

Трибунский Е.А.

Научный руководитель - доцент Н.Б. Донова
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

Анабаро-Хатангская седловина входит в состав региональных нефтегазоносных провинций, образующих Восточно-Сибирскую нефтегазоносную мегапровинцию. Согласно нефтегазогеологического районирования Сибирской платформы, Анабаро-Хатангская седловина относится к Хатангской и Анабарской нефтегазоносным областям Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции (НТП) [4, 5].

В Хатангской нефтегазоносной области, в пределах которой находится район работ, выделяются Киряко-Тасский вероятный нефтегазоносный район (ВНГР) с вероятной продуктивностью палеозойских отложений, а также Сопочно-Тигянский, Нордвикский, Журавлино-Бегичевский и Прончищевский нефтегазоносный район (НГР), в которых известны четыре мелких нефтяных месторождения в верхнепалеозойских и нижнемезозойских образованиях на Южно-Тигянской, Нордвической, Кожевниковской и Ильинской площадях [1].

Продуктивные горизонты на Южно-Тигянском нефтяном месторождении выявлены среди среднепермских (верхнекожевниковская свита) и нижнепермских (нижнекожевниковская свита) отложений. В верхнекожевниковской свите установлены два продуктивных горизонта – VI и VII. Относительно большей продуктивностью обладает горизонт XI, залегающий в кровле нижнекожевниковской свиты. На Нордвикском газонефтяном месторождении слабый приток нефти получен из верхнекожевниковской свиты. На Кожевниковском месторождении притоки нефти получены из песчаников верхнекожевниковской свиты. На Ильинском месторождении залежи нефти открыты в песчаниках нижнекожевниковской и верхнекожевниковской свит. Нефтяные залежи приурочены, главным образом, к пермским отложениям.

Пермские отложения образуют мощную серию терригенных пород, охватывающих обширное пространство от северных склонов Анабарского щита до Горного Таймыра включительно, где они выведены на поверхность [1]. Первые сведения по стратиграфическому расчленению отложений Нордвикского района по данным палинологического анализа были даны А.Ф. Дибнером [2].

В настоящее время в результате бурения опорных колонковых скважин АХ-1, АХ-2 на листах S-48, 49 в пределах Цветковско-Нордвикского геологического района на Нордвик-Анабарской геологической площади по АХ-1 в интервале глубин 112,6-450 м получены палинологические данные, уточняющие стратиграфию верхнего палеозоя в этом районе [6, 8]. В составе пермских отложений выделены два крупных подразделения, соответствующие приуральскому и биармийскому отделам пермской системы общей стратиграфической шкалы [8].

Вскрытый скважиной АХ-1 разрез (интервал 112,6-2006,2 м) представлен терригенными образованиями нижнего и среднего отделов перми. В составе разреза пермских отложений определяются три свиты серийной легенды Таймыро-Североземельской серии листов Госгеолкарты-1000 (снизу-вверх): тустахская (1045,2 м), нижнекожевниковская (749,9 м) и верхнекожевниковская (98,5 м). Перекрывающие отложения представлены нижним отделом меловой системы (77,6 м) и образованиями четвертичной системы (35 м) [9].

Тустахская свита по флоре, фауне и по положению в разрезе отнесена к приуральскому отделу нижней перми [6].

Нижнекожевниковская свита дополнена палинологическими данными из 9 спектров и охарактеризована спорами *Leiotriletes extensus* (Lub.) Siverc., *Acanthotriletes parvispinus* Naum., *A. rectispinus* (Lub.) Isch., *Acanthotriletes* sp., *Apiculatisporis* sp., *Neoraistrickia obtusosetosa* (Lub.) Oshurk., *Granulatisporites* spp., *Nigrisporites nigrifellus* (Lub.) Oshurk., *Psilohymena psiloptera* (Lub.) Hart et Harr., и пылью кордаитов *Cordaitina rotata* (Lub.) Samoil., *C. uralensis* (Lub.) Samoil., *Luberisaccites stipticus* (Lub.) Dibn., *Crucisaccites ornatus* (Samoil.) Dibn., *Bascanisporites verus* (Sadk.) Dibn. и пылью гинкговых *Marsupipollenites retroflexus* Lub., *Entylissa* spp. Таксономический состав с разнообразием монокоплатной пылицы и доминированием спор папоротникообразных позволяет сопоставить эти спектры с палинокомплексом бургу克林ского горизонта нижней перми Тунгусской синеклизы [3, 7] и отнести отложения к приуральскому отделу нижней перми [8].

Верхнекожевниковская свита по 7 спектрам охарактеризована грубоскульптуривированными спорами *Neoraistrickia obtusosetosa* (Lub.) Oshurk., *N. arnipotens* (Andr.) Siverc., *N. cornuta* (Andr.) Oshurk., *N. abrupta* (Andr.)

Oshurk., *N. mamontovii* Drjag., *N. spp.*, *Raistrickia grandispinosa* (Andr.) Drjag., *R. exacuta* (Andr.) Krug. Им принадлежит доминирующая роль. Эпизодически отмечаются споры *Nigrisporites marginatus* (Portn.) Drjag., *Leiotriletes triangulus* (Kar) Oshurk., *L. cibotioformis* Jushko, *Turrissporites sibiricus* (Medv.) Krug., *T. trimodius* (Andr.) Drjag., которые характерны для среднепермских палинокомплексов. Отмечаются споры *Leiotriletes extensus* (Lub.) Siverc., *L. turgidus* Kara-Murza, *L. spp.* Из пыльцы преобладают виды кордаитов *Cordaitina rotata* (Lub.) Samoil., *Luberisaccites stipticus* (Lub.) Dibn., *Crucisaccites ornatus* (Samoil.) Dibn., *Bascanisporites verus* (Sadk.) Dibn., *Samoilovitchisaccites turboreticulatus* (Samoil.) Dibn. Пыльца гинкговых малочисленна. Таксономический состав и появление новых представителей спор папоротникообразных позволяет сопоставить палинокомплекс с палинокомплексом пеляткинского горизонта средней перми Тунгусской синеклизы [3, 7] и отнести исследуемую часть разреза к биармийскому отделу перми [8].

На примере двух палинокомплексов, выделенных из скважины АХ-1 в разрезе Анабаро-Хатангской седловины зафиксирована стратиграфическая граница крупного таксономического ранга – граница нижней и средней перми. На этом уровне существенно обновляется видовой состав в развитии пермских палинофлор, связанный, с трансгрессией моря в казанском веке пермской периода.

Литература

1. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 000 000 лист S-47-49 – оз. Таймыр. Объяснительная записка / Отв. ред. Ю.Е. Погребницкий (ч. 1), Шануренко (ч. 2). – СПб.: ВСЕГЕИ, 1998. – 231 с.
2. Дибнер. А.Ф. О возрасте верхнепалеозойских отложений Нордвикского района по данным палинологического анализа // Сборник статей по геологии Арктики. – Ленинград, 1958. - Т. 67. – С. 73–81.
3. Круговых В.В. Атлас спор и пыльцы пермско-триасовых вулканогенных образований Тунгусской синеклизы. – Красноярск: ФГУП «Красноярскгеолсъемка», 2001. – 232 с.
4. Кузнецов Л.Л., Накаряков В.Д. // К нефтегеологическому районированию Енисей-Хатангского прогиба. В кн. // Геология и нефтегазоносность мезозойских прогибов севера Сибирской платформы. – Ленинград: НИИГА, 1977. – С. 181–197.
5. Нефтегазоносные бассейны и регионы Сибири. Енисей-Хатангский бассейн / Под ред. А.Э. Конторовича. – Новосибирск, 1994. – 71 с.
6. Кривенко О.В., Будников И.В. и др. Новые данные по фауне и флоре верхнепалеозойских отложений севера Сибирской платформы (Анабаро-Хатангская седловина) // Геология, геофизика и минеральное сырьё Сибири: Материалы 2-ой научно-практической конференции. – Новосибирск, 2015. – Т.1. – С. 50–54.
7. Решения Всесоюзного совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем докембрия, палеозоя и четвертичной системы Средней Сибири. Часть II (средний и верхний палеозой) / Под ред. В.И. Краснова. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1982. – 130 с.
8. Стратиграфический кодекс России. Изд. третье, исправленное и дополненное. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2019. – 96 с.
9. Шишлов С.Б., Онищенко А.Н., Межубовский В.В. Стратиграфия и районирование верхнепалеозойской терригенной толщи Таймырского полуострова // Недра Таймыра. Норильск, 1997. – Вып. 2. – С. 60–72.

КОМПЛЕКС ФОРАМИНИФЕР СОКОЛОВСКОЙ ТОЛЩИ (ТАНЕТСКИЙ ЯРУС, ЮЖНОЕ ЗАУРАЛЬЕ)

Трубин Я.С.

Научный руководитель - доцент П.В. Смирнов

Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия

Целью настоящей работы является оценка валидности известного зонального расчленения палеоцена Южного Зауралья на основе анализа состава и структуры комплексов фораминифер стратотипического разреза соколовской толщи.

Высокая ценность соколовской толщи для межрегиональной корреляции связана с ее палеогеографическим положением между Паратетисом и Западно-Сибирским морским бассейном, а также с исключительной для данного региона насыщенностью отложений макро- и микрофоссилиями.

Соколовская толща впервые описана в конце прошлого столетия в рамках работы, посвященной палеоценовым отложениям Тургайского прогиба, и отнесена к танетскому ярусу [3]. Толща с размывом залегают на верхнемеловых отложениях [10] и представлена переслаиванием карбонатизированных глауконит-кварцевых песков и песчаников со слабо окатанными обломками пород гравийной размерности. Соколовская толща несогласно перекрывается «полосатой» толщей, которая сложена опоками и опокovidными глинами [4]. Соколовская толща накапливалась в условиях мелководного шельфа под влиянием теплого течения Перитетиса и залегают в виде линзовидного тела в пределах западного склона Тургайского прогиба. Ее описание известно из Белинского, Аятского и Соколовского карьеров и из многочисленных скважинах междуречья Аят и Тобол [1, 3, 4, 13].

В настоящее время понимание стратиграфического объема соколовской толщи неоднозначное. При первом описании В.Н. Беньямовский [3] выделил в ее объеме две зоны: *Acarinina subsphaerica* и *A. acarinata*, которые коррелировались с одноименными зонами Бахчисарайского стратотипического разреза (БСР) субтропической области бореальной надобласти [6, 4, 9]. Позже коллектив авторов под руководством Е.П. Радиновой [13] сопоставлял две эти местных зоны только с зоной *Acarinina subsphaerica* БСР. Э.О. Амон и В.А. Маринов [2] предложили выделить местную биостратиграфическую зону *Acarinina subshpaerica-Cibicoides reinholdi*, которая соответствует *Acarinina subsphaerica* БСР. Различия в понимании стратиграфического объема толщи (рис. 1) определяются разным подходом авторов к диагностике руководящих видов. Следовательно, решение вопросов

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

межрегиональной корреляции и обоснования зональной принадлежности толщи связано с уточнением состава комплексов фораминифер, диагностикой характерных тетических и бореально-арктических видов, в стратотипическом разрезе [2] и унификацией таксономического объема зональных форм.

Тропическая область		Субтропическая область							
МСШ [Berggren et al., 1995]		БСР [Беньямовский, 2001]	Соколовский разрез				Принято в настоящей работе		
Ярус	Зоны		Толща	[Беньямовский и др., 1989]		[Radionova et al., 2001]		[Амон, Маринов, 2011]	
	Планктон	Зоны		Зоны		Зоны		Зоны	
			Планктон	Планктон	Бентос	Планктон	Бентос	Планктон	
Танетский	<i>Globorotalina velascoensis</i>	Acarinina acarinata	Соколовская	Acarinina acarinata		Stilomella plummerae		Acarinina subsphaerica - Cibicidoides reinholdi	
	<i>Globorotalina pseudomenardii</i>			Acarinina subsphaerica	Acarinina subsphaerica	Cibicidoides reinholdi	Cibicidoides reinholdi	Stilomella plummerae	Acarinina subsphaerica - Cibicidoides reinholdi
					Bulimina trigonalis	Cibicidoides favorabilis - C. lectus			
		Acarinina djanensis						Acarinina subsphaerica - Cibicidoides reinholdi	

Рис. Сопоставление биостратиграфических шкал танетского яруса по планктонным фораминиферам тропической и субтропической областей бореальной надобласти и биостратиграфических шкал соколовского стратотипического разреза в представлении разных авторов

Для проведения исследований было отобрано 5 образцов объемом 200 г с интервалом 1-2 м из стратотипического разреза соколовской толщи на Соколовском железорудном месторождении. Образцы отбирались летом 2019 года в рамках полевых работ под руководством О.Н. Васильевой (УрО РАН). В ходе полевых работ также составлялась геологическая документация, где фиксировались строение изучаемого разреза, литологическая характеристика слоев и места взятия образцов. Лабораторная обработка проб проводилась на базе Тюменского государственного университета по стандартной методике [8]. Выборка фораминифер осуществлялась под микроскопом МБС-1, детальное изучение особенностей их морфологии под микроскопом МБС-200.

Обнаружены представительные комплексы фораминифер, сопоставленные с зональным комплексом *Cibicidoides favorabilis* танетского яруса Западной Сибири. В составе комплекса доминируют представители семейства Cibicididae: *Cibicidoides reinholdi*, *C. succedens*, *C. lectus*, *C. incognitus*, *C. proprius* и *C. favorabilis*. Кроме Cibicididae, доминантную группу комплекса составляют представители булиминид *Reussella paleocenica*. Другими характерными формами комплекса являются присутствующие в акцессорных количествах виды *Pullenia quinqueloba*, *Polymorphina pulchella*, *Nodosaria spinulosa*, *Dentalina communis*, *Oolina apiculate*, *Lenticulina degolyeri*, *Protoglobulina ovata* и *Globulina minuta*, *Bulimina rosenkrantzi* и *Loxostoma appolinae*.

Ключевым вопросом при определении стратиграфического положения толщи является диагностика вида *A. acarinata* [1, 3, 4, 13], присутствие которого позволяет обосновать выделение одноименной зоны в верхней части разреза, коррелировать ее с зонами *A. acarinata* БСР и *Globorotalina velascoensis* МСШ [7, 12]. Однако, по материалам автора, вид *A. acarinata* в соколовской толще не встречается и позволяет вслед за Э.О. Амоном и В.А. Мариновым [2] не выделять зону *A. acarinata* в объеме соколовской толщи и относить ее только к зоне *A. subsphaerica* – средней части танетского яруса. Вид *A. subsphaerica* отличается от *A. acarinata* по характерной шаровидной форме раковины, отсутствию шпиговатости и 5-6 постепенно возрастающих камер на последнем обороте, против 4 длинных камер у *A. acarinata* [11].

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования в рамках государственного задания FEWZ-2020-0007 «Фундаментальные закономерности развития природной среды юга Западной Сибири и Тургая в кайнозое: седиментология осадочных толщ, абиотические геологические события и эволюция палеобиосферы» Исследования выполнены с использованием оборудования ЦКП «Биокосные системы криосферы», Тюменский научный центр СО РАН.

Автор выражает искреннюю благодарность своему руководителю П.В. Смирнову и В.А. Маринову за ценные профессиональные советы, обсуждение результатов и моральную поддержку на протяжении выполнения

всего проекта, а также О.Н. Васильевой и Т.П. Малышкиной за возможность принять участие в полевых работах на севере Казахстана, в рамках которых были собраны материалы для подготовки настоящей работы.

Литература

1. Амон Э.О., Маринов В.А. Фораминиферы танета (поздний палеоцен) в районах юго-западной периферии Западной Сибири // Ежегодник-2007. – Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2008. – С. 10 – 17.
2. Амон Э.О., Маринов В.А. Фораминиферы танетского яруса палеоцена Западной Сибири – корреляционные аспекты // Литосфера, 2011. – № 6. – С. 55 – 70.
3. Беньямовский В.Н., Левина А.П., Пронин В.Г., Табачникова И.П. Палеоценовые отложения в Тургайском прогибе // Изв. Вузов. Геология и разведка, 1989. – № 10. – С. 3 – 14.
4. Беньямовский В.Н., Васильева О.Н., Левина А.П., Пронин В.Г. Палеоцен Южного Зауралья. Статья II. Палеоген в центральной, северной частях Тургайского прогиба и в Курганском Зауралье // Изв. вузов. Геология и разведка, 1995. – № 2. – С. 3 – 7.
5. Беньямовский В.Н. Обоснование детальной стратиграфической схемы нижнего палеогена Крымско-Кавказской области // Пути детализации стратиграфических схем и палеогеографические реконструкции. – М.: геос, 2001. – С. 210–223.
6. Бугрова Э.М. Корреляция эоцена Малого Балхана и Северного Кавказа по фораминиферам // Сов. геология, 1988. – № 8. – С. 49–55.
7. Крашенинников В.А., Басов И.А. Стратиграфия палеогеновых отложений Мирового океана и корреляция с разрезами на континентах. М.: Научный мир, 2007. – 316 с.
8. Практическое руководство по микрофауне. Т. 8. Фораминиферы кайнозоя. СПб.: ВСЕГЕИ, 2005. – 324 с.
9. Решение XVI пленума Палеогеновой комиссии. Постановления МСК и его постоянных комиссий. Вып. 24. 1989. – С. 51–54.
10. Рудмин М.А., Мазуров А.К., Капанов А.С., Соколов Б.Р., Буяков А.С. Глауконит из верхнемеловых пород Варваринского месторождения (Тургайский прогиб, северный Казахстан) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, 2018. – Т. 329. – № 2. – С. 104–117.
11. Субботина Н.Н. Ископаемые фораминиферы СССР. Глобигериниды, ханткениниды и глоброталииды // Труды ВНИГРИ. Выпуск 76, 1953. – 296 с.
12. Berggren IV.A., Kent D.V., Swisher III C.C., Aubry M.-P. A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. Geochronology time scale and global stratigraphy and chronostratigraphy. Geochronology time scale and global stratigraphy correlation // SEMP Special Publication, 1995. – №54. – P. 129–212.
13. Radionova E.P., Khokhlova I.E., Beniamovskii V.N. et al. Paleocene/Eocene transition in the north-eastern Peri-Tethys area: Sokolovskii key section of Turgay passage (Kazakhstan) // Bull. Soc. Geol. France, 2001. – V. 172. – № 2. – P. 245–256.

С Е К Ц И Я 2

МИНЕРАЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ И ПЕТРОГРАФИЯ

К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АЛЕКСАНДРА ИВАНОВИЧА БАЖЕНОВА Новоселов К.Л., доцент

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Александр Иванович Баженов (1921-2004) – учитель целого ряда поколений Томской школы геологов остаётся живо запечатленным в памяти коллег, многочисленных учеников и научной геологической общественности. Он прожил большую, содержательную жизнь, каждый из этапов которой характеризовался высоким чувством патриотизма, служения Отечеству, делу исполнения своего профессионального долга – воспитанию и подготовке высококвалифицированных специалистов. Его научно-педагогическая деятельность в ТПУ исчисляется периодом времени более полувека (рис. 1).



Рис. 1. А.И. Баженов на полевых работах в Горном Алтае

А.И. Баженов родился 6 сентября 1921 г. в семье известного ученого-геолога Ивана Кузьмича Баженова (1890-1982), минералога, одного из создателей сибирской школы геохимиков, первооткрывателя ряда месторождений Сибири. Семья Баженовых положила начало томской династии геологов, которые своим интеллектуальным трудом определяли духовный и промышленный потенциал Сибири и России в целом. Династия Баженовых в общей сложности посвятила геологии более 300 лет.

Научная атмосфера в семье, высокий культурный и интеллектуальный уровень, общение с известными учёными не могли не сказаться на учебе в школе и на выборе профессии сыновьями Ивана Кузьмича. Павел Иванович Баженов (1923) призван на фронт в 1942 г. студентом 2 курса геологоразведочного факультета ТПИ и, выбрав военную карьеру, прошел путь от рядового до генерал-полковника, заместителя командующего сухопутными войсками СССР. Владимир Иванович (1927-1986), с отличием закончил геологоразведочный факультет, кандидат геол.-мин. наук, доцент, преподавал в ТПИ, работал в республике Гвинея, изучал золоторудные месторождения Сибири, автор более 50 научных работ. Михаил Иванович (1937) окончил ТПИ с отличием, крупный специалист по редкометальным месторождениям Сибири, работал в ФГУП «Березовгеология» (г. Новосибирск).

Александр Иванович Баженов в 1939 г. окончил с отличием школу № 43 города Томска с аттестатом № 1 (первый выпуск) и без экзаменов был принят на геологоразведочный факультет ТПИ. Учился один семестр: в феврале 1940 г. и был призван в Красную Армию, в войска связи, а 22 июня 1941 г. встретил войну солдатом, комсоргом роты Западного фронта. В должности начальника радиостанции все годы войны находился на передовой, в частях Западного, Юго-Западного, Донского, Степного, Воронежского, Первого Украинского фронтов, участвовал в приграничных боях, обороне Москвы, освобождении Киева, Польши, Чехословакии, взятии Берлина и во многих других операциях. За мужество и боевые заслуги перед Родиной награжден орденами Отечественной войны 2 степени и Красной Звезды, 17 медалями, среди которых «За оборону Москвы», «За взятие Берлина», «За освобождение Праги», 21 благодарностью от Верховного Главнокомандующего. Военная молодость принесла в его жизнь многое – чувство глубокого патриотизма, ответственность за судьбы Родины, мужество и стойкость, неизгладимую память о дорогах войны, друзьях-однополчанах и встрече с военной радисткой, Марией Алексеевной, впоследствии ставшей его женой и матерью двоих сыновей, продолжателей династии геологов – Виктора

Александровича (1948-2003) и Сергея Александровича (1952). Однако главным подарком судьбы была радость Победы, цену которой Александр Иванович познал сполна...

В 1946 г., после 6 лет армейской службы, А.И. Баженов возвращается в политехнический для продолжения учебы на геологоразведочном факультете. Будучи студентом был старостой группы, членом партбюро факультета, исполнял различные поручения, учился только на отлично и в 1951 году с отличием защитил дипломную работу.

Преподавательскую деятельность А.И. Баженов начал в Томском горном техникуме (1951-1954), а с 1954 по 2001 г. преподавал в политехническом институте в должности доцента кафедры кристаллографии и минералогии. Для многочисленных учеников он талантливый педагог с исключительной широтой кругозора. Лекционные курсы его отличались глубокой методической проработкой, профессионализмом, широтой освещения современных достижений зарубежной и отечественной геологии. Лекции А.И. Баженова пользовались огромной популярностью у студентов и аспирантов. Как лектор он привлекал своей спокойной образной речью, широкой эрудицией, глубокими профессиональными знаниями, новейшими данными о минералах. Порядочность, высокая требовательность и доброжелательность к окружающим создали А.И. Баженову непоколебимый авторитет среди студентов, аспирантов и коллег. Он впервые на кафедре разработал новый курс теоретической и прикладной геохимии, методику преподавания минералогии, отличную от традиционно принятых в других ВУЗах, известную впоследствии как томская минералогическая школа. Им издавались учебные пособия по минералогии, отмеченные медалями Министерства высшего образования (рис. 2). Кроме аудиторных занятий, А.И. Баженов передавал свой богатейший опыт полевого геолога и знания студентам в период руководства учебными геологическими практиками. Геологические маршруты, пройденные с ним, давали знания не только по геологии, но были насыщены сведениями по географии, геоморфологии, флористике района.



Рис. 2 Учебные пособия по минералогии



Рис. 3 А.И. Баженов со студентами Алжирского университета

В 1967-1971 гг. как один из лучших и талантливых педагогов, владеющих иностранными языками, в том числе французским, Александр Иванович Баженов МинВУЗом СССР командировается в Алжир, где он работает в должности профессора Алжирского университета, заведующего геохимической лабораторией. Это были годы упорного самоотверженного труда, связанного с подготовкой лекций на французском языке, организацией и методическим обеспечением лабораторных занятий, руководством геологическими практиками в Сахаре (рис. 3), научным руководством аспирантами, консультациями молодых преподавателей и производителей. Он обеспечивал подготовку специалистов практически по всем дисциплинам геологического цикла, включающим такие далекие от его прямой профессиональной и научной деятельности как горное дело, техника и технология разведки месторождений полезных ископаемых. Для студентов и аспирантов Алжирского университета он пишет и издает два учебника на французском языке по минералогии и петрографии. Блестящая преподавательская работа, высокий интеллект, деловые и человеческие качества А.И. Баженова снискали ему глубокое уважение и признание со стороны коллег, студентов и руководства Алжирского университета. Из воспоминаний доцента СПбГУ В.В. Кондратьевой, которая работала в те годы в Алжирском университете: «Александр Иванович всегда был аккуратен, подтянут, очень ответственно относился к занятиям. К студентам был внимателен и доброжелателен, что позволяло ему добиваться хороших результатов... Он всегда делился своим богатым опытом, в затруднительных ситуациях от него всегда можно было получить не только сочувствие, но и дельный совет, что весьма немаловажно, когда работаешь за границей».

Научные исследования А.И. Баженова отличались многогранностью интересов и выполнялись в нескольких направлениях, главные из которых посвящены изучению геологии, минералогии и геохимии гранитоидных массивов Алтае-Саянской складчатой области. Объектами исследований были избраны гранитоидные массивы Горного Алтая, чудесная природа которого с богатейшим растительным миром, с очаровательными снежными вершинами гор притягивала его с юношеских лет, когда он впервые школьником выезжал с отцом на полевые работы. Кандидатская диссертация А.И. Баженова (1958 г.) явилась первым детальным исследованием минералогии кобальтовых месторождений Горного Алтая. С применением разнообразных методов исследования среди изученных 80 рудных минералов месторождения им открыты новые, ранее не известные или мало распространенные в земной коре – трансваалит, смольяниновит, редкоземельная разновидность эпидота и др., вошедшие в справочную литературу по минералогии.

Последующие годы научной работы А.И. Баженова направлены на изучение проблемы источников рудного вещества, связи оруденения с магматизмом. Объектами исследования, кроме Горного Алтая, избираются магматические тела юга Западной Сибири, в том числе Восточные Саяны, Кузнецкий Алатаяу, Кольвань-Томская складчатая зона. Для решения поставленных проблем на кафедре создается коллектив, в составе которого научные сотрудники, аспиранты, студенты. Под научным руководством Александра Ивановича Баженова разрабатываются методологические аспекты полевого геологического изучения гранитоидных массивов и последующих лабораторных исследований, где главное внимание акцентируется на закономерностях распределения акцессорных минералов и редких элементов как индикаторов металлогенности гранитоидных тел. Результаты его исследований по данной проблеме опубликованы более, чем в 150 научных статьях в различных тематических сборниках и академических журналах (рис. 4).

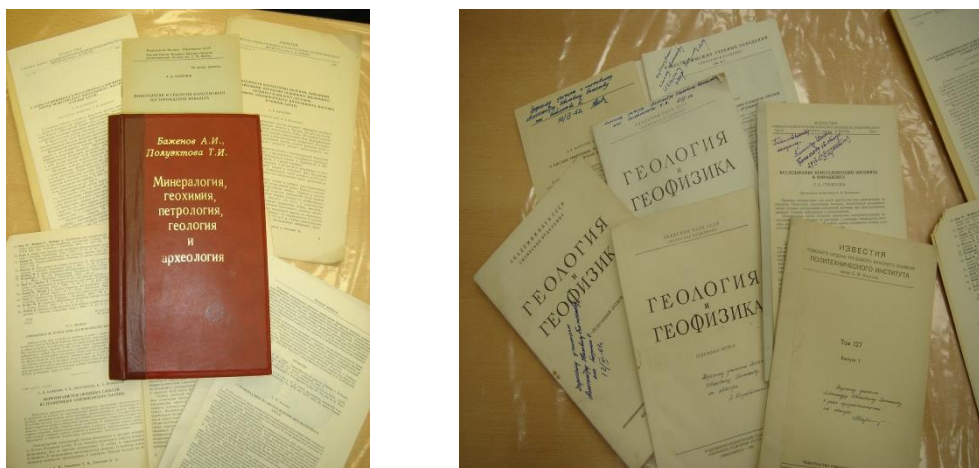


Рис. 4 Оттиски научных статей А.И. Баженова и подшивка его публикаций (слева)

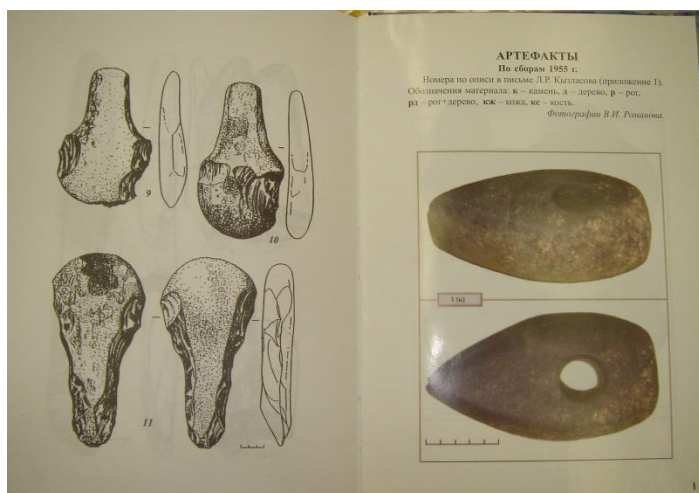


Рис. 5 Археологические находки

монография «Владимировка на Алтае – древнейший медный рудник Сибири» (рис. 5).

Все свои знания и опыт исследовательской работы геолога он передавал молодежи. Под его руководством защищено несколько кандидатских диссертаций, прошли повышение квалификации по минералогии, петрографии и геохимии молодые преподаватели и производственники.

А.И. Баженов впервые внедрил минералого-петрографические методы в практику археологических исследований. Еще в 1955 году, изучая Владимировское месторождение кобальта (Горный Алтай), он обнаружил в забое выработки древние орудия труда, оценил научную значимость археологического памятника и организовал перевозку артефактов в археологический музей Томского госуниверситета. По оценке профессора ТГУ А.М. Малолетко «этим гражданским поступком А.И. Баженов оказал неоценимую услугу археологической науке... Владимировский древний рудник, буквально подаренный А.И. Баженовым мировой археологии, является древнейшим не только в Сибири. На планете не известны разработки месторождений сульфидных руд меди такой древности». В соавторстве с учеными-археологами им написана

Большое внимание А.И. Баженов уделял патриотическому воспитанию молодежи. Он, познавший, что такое война, считал своим высочайшим долгом донести до сознания молодых людей цену Великой Победы. О своих подвигах, наградах был немногословен, но его выступления оставляли ощущение огромного патриотизма наших солдат, выполнявших святой долг перед Родиной. Александр Иванович, как один из политехников – защитников Москвы, совместно со студенческой группой ТПИ «Поиск» принимал активное участие в создании Мемориала Славы воинов-сибиряков в селе Верховое Смоленской области, торжественно открытый 20 сентября 1983 г. (рис. 6).



Рис. 6 На открытии мемориала Славы воинов-сибиряков в Смоленской области



Рис. 7 «Репрессированные геологи» – сборник воспоминаний геологов о временах репрессий

Как человек высокого гражданского долга и лично переживший репрессии послевоенных лет, А.И. Баженов принял непосредственное участие в восстановлении добрых имен геологов, являясь редактором и соавтором книги «Репрессированные геологи» (рис. 7).

Вся преподавательская, научная, производственная и общественная деятельность Александра Ивановича Баженова представляет образец служения Родине, науке и делу подготовки специалистов-геологов.

При подготовке публикации использованы устные воспоминания коллег, учеников А.И. Баженова и фотоснимки из его архива.

ПЕТРОГРАФИЯ И МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВУЛКАНИТОВ ТРАХИПИКРОБАЗАЛЬТ-ТРАХИТОВОЙ СЕРИИ САРАЛИНСКОГО ГРАБЕН-РИФТА (КУЗНЕЦКИЙ АЛАТАУ)

Адылбаев Р.Р.

Научный руководитель - доцент О.М. Гринёв

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Саралинский грабен является наиболее крупным в Кузнецко-Алатауском обрамлении Минусинского прогиба. Особенность его структурного положения заключается в том, что он располагается в зоне сочленения осевой депрессионной зоны (Минусинско-Тувинской) с Кузнецко-Алатауским обрамляющим поднятием (западным плечом) девонского Алтае-Саянского палеорифта. Он имеет непосредственную структурную связь с Северо-Минусинской впадиной и сходство разреза со стратотипическим Матарак-Шунетским разрезом раннего девона Минусинской зоны. В то же время он входит в структурный ряд серии грабенов северной части Кузнецкого Алатау, кулисно расположенных относительно друг друга и трассирующих серию субмеридиональных разломных ответвлений от Кузнецко-Алатауского линеамента. К этим грабенам (Растайскому и Талановскому) приурочен ряд щелочно-габброидных массивов Кузнецкого Алатау, с которыми они образуют раннедевонскую вулканоплутоническую ассоциацию [2, 3, 5]. В Талановском и Растайском грабенах среди вулканитов установлены фонолиты, свалы берешитов, тогда как в Саралинском грабене установлены тела тералитов, а также самое крупное в регионе эффузивно-экструзивное тело трахитов. Предпринятое изучение пород Саралинского грабена, направлено на выявление их петрогенетических и минерагенических особенностей и степени сходства-различия с породами других грабенов и массивов Кузнецкого Алатау, на предмет их принадлежности к единой щелочно-базитовой вулканоплутонической формации раннего девона, и оценки перспектив обнаружения, связанного с ними благороднометалльного и редкоземельно-радиоактивного оруденения.

Петрография вулканитов грабена. Геолого-петрографическое изучение разрезов грабена позволило заметно уточнить состав выполняющей его бимодальной трахибазальт-трахитовой (по определению предшествующих работ) серии. Вулканиты основного состава слагают около двух третей нижней части разреза грабена, трахиты располагаются в основном в его северной части, где наращивают сводный разрез ещё на треть. Данные по строению разреза опубликованы в работе [9].

Среди вулканитов основного состава установлены трахипикробазальты, трахибазальты, трахилейкобазальты, базаниты, тефриты, анальцимовые тефриты. Микроскопически породы выглядят довольно

свежими тёмно-серого (почти чёрного), тёмно-вишнёвого, буроватого и серого цветов. Обладают афировой, порфировой (от мелко- и редковкрапленной до крупно- и обильновкрапленной) структурами, массивной, трахитоидной, миндалекаменной и шлакообразной текстурами. В целом можно выделить две основные группы пород по внешнему виду: массивные, тёмной окраски и более светлые – обильно порфировые плагиоклазом.

Под микроскопом у пород тёмной окраски обычно устанавливается пойкилофитовая (долеритовая), пойкилофитовая структуры от тонко- до среднезернистой. Более светлые разновидности обладают реликтивными интерсертальной и гиалопилитовой структурами.

Вкрапленники базитов представлены оливином, моноклинным пироксеном, плагиоклазом и нередко магнетитом. В более светлоокрашенных породах доминирует плагиоклаз, а в тёмных пироксен. Основная масса представлена, главным образом, пироксеном, плагиоклазом, а также альбитом, калишпатом, значительным количеством титаномагнетита, сфеном, апатитом и бадделитом. В заметной степени породы подвержены автометасоматическим изменениям особенно разновидности, изначально содержащие стекло в основной массе. Породы подверглись хлоритизации, серпентинизации, карбонатизации, серицитизации, эпидотизации и альбитизации. В основной массе появляются нередко зёрна и микропрожилки кварца.

В ходе специализированного изучения на растровом электронном микроскопе (РЭМе) в породах (во вкрапленниках, основной массе, миндалинах, альбите, хлорите, кварце, магнетите, сфене) обнаружены многочисленные микровключения: сульфидов (халькоцита, халькопирита, галенита, сфалерита, пирита, сульфидов Co-Ni, которые содержат примеси других халькофильных элементов, а также Ag, ЭПГ, Hg); сплавов Ni-Cu-Sn; Cu-Ni; Ni-Co; Cu-Zn; Fe-Zn, Cu-Zn-Sn, Fe-Cu, Cu-Sn-Sb, Fe-Ni-Cu, Fe-Cr-Ni; самородных Fe, Sn, Ag (с примесями Pd, Ru, Rh). Установлены также барит, касситерит, монокцит, а также хлораргирит. Размеры микровключений от 1...5 до 15 микрон, редко больше. Встречаются также фосфаты и карбонаты редких земель.

Трахитовая ассоциация представлена трахиандезитами-трахитами, фонотефритами, трахитами и трахидацитами. Макроскопически это породы серовато-бурого, бурого, кирпичного, буровато-серого цвета, массивной, полосчатой, флюидально-полосчатой, локально эруптивно-брекчиевой текстур. Породы обычно миндалекаменные от редких и мелких миндалин до миндалефиров и шлаковых образований.

Вкрапленники обычно представлены, главным образом, калиевыми полевыми шпатами, реже совместно с плагиоклазом основного-среднего состава с альбититовой каймой и следами резорбции, оплавления со стороны основной массы. Редко встречаются вкрапленники призматического эгирин-авгита и реликтов оливина.

Основная масса слагается девитрифицированным стеклом бурой окраски, содержащим микролиты полевого шпата и незначительным количеством зародышей темноцветного минерала, замещённых слюдисто-зернистой массой вторичных минералов типа серицита-хлорита зеленовато-бурой или кофейной окраски.

Обычно основная масса структурирована по типу горошчатой микроструктуры, где горошчатые округлые образования выполнены стеклом с обильными микролитами калиевых полевых шпатов и образуют протяженные цепочки-микроросколки, ограниченное пространство между ними выполняют микролиты полевых шпатов и темноцветных минералов, а также наложенные серицит-хлоритовые агрегаты и обильные вкрапления рудного вещества. В совокупности они образуют полосчато-флюидальную текстуру с чередованием светлых и тёмных полос.

Местами доминируют более тёмные полосы, насыщенные рудным веществом, местами микрополосчатость отсутствует. Нередко «полевошпатовые горошины» сплюснуты до вида линзообразных «метёлок» или искривлённых прямоугольников.

Сквозь повсеместное наложение красноватого пелитового вещества на плагиоклаз-калишпатовую часть пород и зеленовато-бурых, и кофейных в серицито-хлоритовых агрегатов по темноцветным микролитам под микроскопом просматривается микро трахитоидное или, реже, беспорядочное расположение первичных минеральных образований в породах.

Породы существенно насыщены рудным веществом в виде сыпи магнетита и гидроокислов марганца, составляющих нередко около 3...7, участками до 15...20 % площади отдельных образцов. На свежих сколах трахитов и трахидацитов постоянно присутствуют плёночные блёкло-серебристые налёты вторичного рудного вещества, а также микропрожилки, сложенные магнетитом, охотскимитом, иногда с кальцитом и гидроокислами марганца.

На РЭМе в фонотефритах установлены: микрозёрна халькопирита с примесью ртути, сплавы Cu-Zn, барит, обрамлённый оторочкой магнетита, самородная медь с примесью цинка, бадделит в сростках с серицитом. В трахитах, трахидацитах установлены множественные включения редкоземельных фосфатов, циркона, бадделита с примесью U и Nb, а также самородное серебро с примесью Pd, Ir, Ru.

Петро-геохимические особенности пород рассматривались в предыдущих публикациях авторов [8, 9]. Согласно этим данным, в качестве исходных для изученной серии вулканитов следует считать трахипирокбазальтовые расплавы, дифференциация которых шла по фенеровскому тренду, возможно с проявлением ликвации, после которой в возникших ассоциациях: трахипирокбазальт-тефрит и трахибазальт-трахит, доминировал тренд Боуэна. Геохимически вулканиты обладают генетическим родством и очевидным сходством с репером ОИВ. Согласно дискриминантным геохимическим диаграммам и индексу Eu/Eu^* породы имеют мантийно-плюмовую природу (0.78...1.07), а для трахитов и трахидацитов установлено заметное участие корового вещества (0.38...0.42), что характерно для раннедевонских вулканитов и других районов Минусинской зоны [6, 7].

Вопросы минерогенеза. Важное значение имеют данные, полученные впервые для исследованных пород на РЭМе. Обилие микровключений сульфидов, сплавов Cu, Ni, Sn, Zn, Fe, Sb, а также самородных образований Sn, Fe, Ag со следами присутствия в них ЭПГ однозначно говорят о благороднометаллической специализации вулканитов грабена на благородные металлы и подтверждают предыдущие данные, полученные методом ICP-MS, опубликованные в работе [9]. Более того, в совокупности с нефелиновыми породами щёлочно-габброидных

массивов Кузнецкого Алатау [1, 2, 4], они свидетельствуют о благороднометалльной спецификации как вулканической, так и плутонической составляющей щелочно-базитовой формации региона.

Литература

1. Сазонов А.М., Леонтьев С.И., Гринёв О.М., Звягина Е.А., Чекушин В.С., Бетхер М.Я. Геология и золото-платиноносность нефелиновых пород Западной Сибири – Томск: Изд-во ТПУ, 2000. – 248 с.
2. Гринёв О.М. Эволюция щелочно-габброидного магматизма Кузнецкого Алатау: дис. ... канд. геол.-минерал. Наук. – Томск, 1990. – 18 с.
3. Гринёв О.М. О механизме формирования грабеновых структур северной части Кузнецкого Алатау // Вопросы геологии Сибири. – Томск: изд-во Томск. ун-та, 1994. – С. 237 – 259.
4. Гринёв О.М. Сазонов А.М. Кузнецко-Алатауская провинция – новый золото-платиноносный район Южной Сибири // Проблемы геологии Сибири. Тезисы докладов региональной юбилейной конференции «75 лет геологического образования в ТГУ». – Томск: Изд-во ТГУ, 1996. – С. 105 – 107.
5. Гринёв О.М. Тувинско-Минусинско-Западносибирская рифтогенная система: геология, морфотектоника, минерагения // Вестник ТГУ. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 2007. – № 209. – С. 185 – 193.
6. Воронцов А.А., Ярмолюк В.В., Дриль С.И., Эрнст Р.Э., Перфилова О.Ю., Гринёв О.М., Комарицына Т.Ю. Магматизм девонской Алтае-Саянской рифтовой системы: геологические и геохимические свидетельства разнообразия плюм-литосферного взаимодействия // Геодинамическая эволюция литосферы Центральноазиатского подвижного пояса (от океана к континенту). Материалы научного совещания. – Иркутск, 2020. – С. 66 – 68.
7. Гринёв О.М., Котельников А.Д., Каплун М.В., Гринёв Р.О. Плюм-рифтогенная раннедевонская ассоциация вулканитов Таштыпского района Минусы // Корреляция алтаид и уралаид: магматизм, метаморфизм, стратиграфия, геохронология, геодинамика и металлогения. Материалы Третьей Международной научной конференции. – Новосибирск, 2016. – С. 60 – 62.
8. Grinev O., Grinev R., Bogorodov A., Adylbaev R. Material composition of the basalt-trachyte series of the early Devonian of the Saralin graben-rift [Text] / O. Grinev, // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2018. – V. 110. – P. 1 – 9. DOI: 10.1088/1755-1315/110/1/012007.
9. Grinev O., Grinev R., Adylbaev R., Bogorodov A. Saralinsky graben-devonian rift of the Kuznetsk-Minusinsk zone, Altai-Sayan folded area // Geological Tour of Devonian and Ordovician Magmatism of Kuznetsk Alatau and Minusinsk basin. Altay-Sayan Region, Siberia. – 2020. – P. 43 – 77. DOI: 10.1007/978-3-030-29559-2_3.

МОРФОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ОЛОВСОДЕРЖАЩИХ МИНЕРАЛОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ГОЛУБОЕ»

Антонченко В.В.

Научный руководитель - доцент Р.А. Кемкина
Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия

В Приморском крае выявлено множество месторождений олова в период 60-70 гг., многие из них уже разработаны или «заморожены». В связи с плохой изученностью этих месторождений, значительные запасы олова остаются не использованными. Также и район месторождения Голубого характеризуется значительной концентрацией оловорудных объектов с промышленными содержаниями олова и многие из них требуют доизучения с целью выявления новых промышленных месторождений.

Стратиграфия района представлена породами пятой-седьмой толщ валанжинского яруса меловой системы. В свою очередь толщи делятся на пачки. В основном осадочные породы представлены алевролитами, аргиллитами, песчаниками, часто с закатышами, обломками кремнистых пород. **Четвертичные** отложения представлены аллювием, пролювием, делювием и элювием. Между этими типами наблюдаются постепенные переходы.

Интрузивные породы представлены дайками. Они пространственно группируются в три пояса: на левобережье кл. Голубого, на правом борту кл. Муравьиного и в нижнем течении кл. Спотыкач. По составу резко преобладают диоритовые порфириды, в северо-восточной части встречаются лампрофиры, единичные дайки сложены диабазовыми порфиридами и фельзитами. Отдельные дайки сложены имеют зональное строение, выражающееся в смене состава и структур от контактов к центру: андезито-дациты, дациты или диабазовые порфириды переходят в диоритовые порфириды и микродиориты.

Оловянная минерализация на месторождении представлена касситеритом и стanniном. Химический состав минералов определялся на сканирующем электронном JSM-6000 (аналитический центр ДВГИ ДВО РАН) в режиме обратноотраженных электронов при ускоряющем напряжении 15.00 kV.

Касситерит является основным оловосодержащим минералом руд месторождения. Распределяется в рудах неравномерно. Наблюдается в виде рассеянной вкрапленности размером от 0,01 мм. до 0,1...0,5 мм., линзовидных, гнездообразных скоплений от 1...5 мм. до 10...15 см., крупнозернистых агрегатов, прожилков.

Ведущими элементами примесями являются железо (0,5...4,5 %), трехокись вольфрама (0,08...0,95 %), индий (1...640 г/т), скандий (1...940 г/т) при наиболее часто встречаемых их количествах соответственно 0,7...1,2 %, 0,2...0,3 %, 30...100 и 5...30 г/т. Иногда наблюдается ниобий (до 0,005 %) и сурьма (до 0,04 %).

Установлено 4 генерации касситерита при резком (около 80 %) преобладании касситерита-I.

Касситерит-I генерации выделился в первую стадию в ассоциации с кварцем, арсенопиритом и другими более редкими минералами. Встречается в виде кристаллов идиоморфной и гипидиоморфной формы (рис. 1). Под воздействием поздних образований происходит его дробление. Характеризуется относительно крупными размерами зерен (0,1...1,5, иногда до 3...5 мм*0,02...0,5 мм.). Форма кристаллов пирамидально-призматическая,

призматически-пинакоидальная, призматически-пирамидальная, реже дипирамидальная с соотношением осей 1:2-1:5. Преобладающими являются дипирамидально-призматическая (66 %) и дипирамидальная (19 %) формы. Окраска касситерита преимущественно светлых тонов: буровато-желтая, лимонно-желтая, коричневая, часто пятнистая. Широко распространена окраска буровато-серая с зеленоватым оттенком и редко черная. Морфоструктурные особенности позволяют говорить о медленном росте кристаллов. Практически не содержит примесей (табл. 1).

Касситерит II генерации кристаллизовался в конце кварц-касситеритовой стадии. Представлен призматическими, удлиненно-призматическими, игольчатыми идиоморфными кристаллами и их агрегатами, реже ксеноморфными зернами, обрастающими касситерит-I и арсенопирит. По сравнению с касситеритом-I он обогащен индием и более беден титаном, ванадием, скандием, свинцом, цинком и висмутом.

Касситерит III генерации встречается еще реже, чем касситерит II. Выделился он в карбонатно-галенит-сфалеритовую подстадию. Представлен почковидными концентрически-зональными агрегатами, возникшими при раскристаллизации колломорфных образований. Чаше наблюдается его тонкозернистые агрегаты, корродированные поздними сульфидами. Окраска касситерита III серая, светло-бурая. Микротвердость его наиболее низкая.

Касситерит IV генерации встречается крайне редко, но во всех рудных зонах. Он образовался в результате гипогенного разложения станнина в виде точечных каплевидных выделений, сгустков, колломорфных зёрен и очень мелких кристаллов. Образование касситерита IV происходит даже по эмульсионным выделениям и коалиценциям станнина в сфалерите.

Станнин распространен весьма незначительно, обычно в количествах до 0,2 %. Установлено три его генерации.

Станнин I генерации образует самостоятельные пластинчатые, прожилковые образования в кварце и большинстве сульфидных минералов. Содержит мельчайшие пылеобразные, каплевидные, эмульсионные выделения халькопирита.

Станнин II генерации образует эмульсионные выделения, коалиценции в сфалерите в ассоциации с халькопиритом. Форма выделений самая разнообразная: пылевидная, каплевидная, пунктирная, прожилковая, пластинчатая.

Станнин III развивается по касситериту с образованием каемок (рис. 2), налетов, интерстициальных выполнений прожилков. Содержит механические примеси свинца (табл. 2).

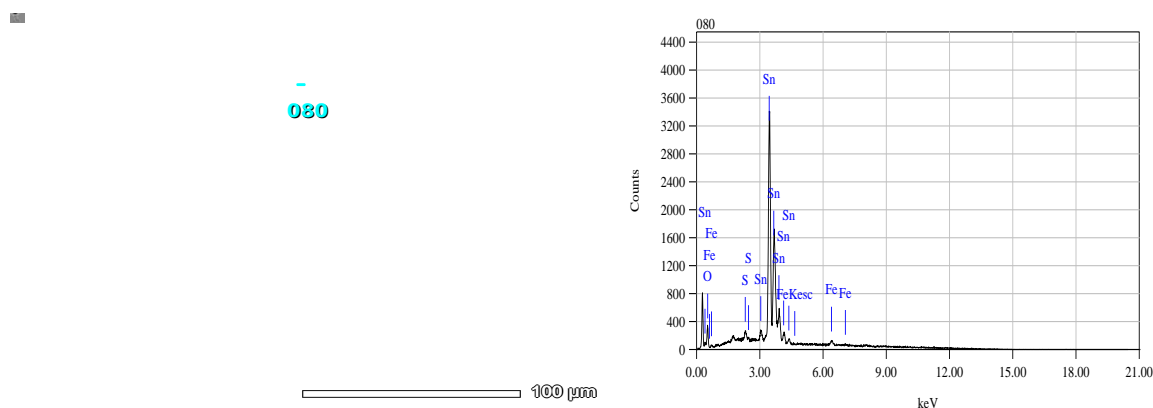


Рис. 1 Зерна касситерита I. Растровое изображение и ЭДС-спектр

Химический состав касситерита, %

№	Element	Mass%	Atom%
1	O	19.30	62.76
2	S	0.80	1.30
3	Fe	1.88	1.75
4	Sn	78.01	34.19

Таблица 1

Химический состав станнина III, %

№	Element	Mass%	Atom%
1	S K	25.78	49.92
2	Fe K	9.96	11.07
3	Cu K	19.63	19.19
4	Sn L	28.87	15.10
5	Pb M	15.76	4.72

Таблица 2

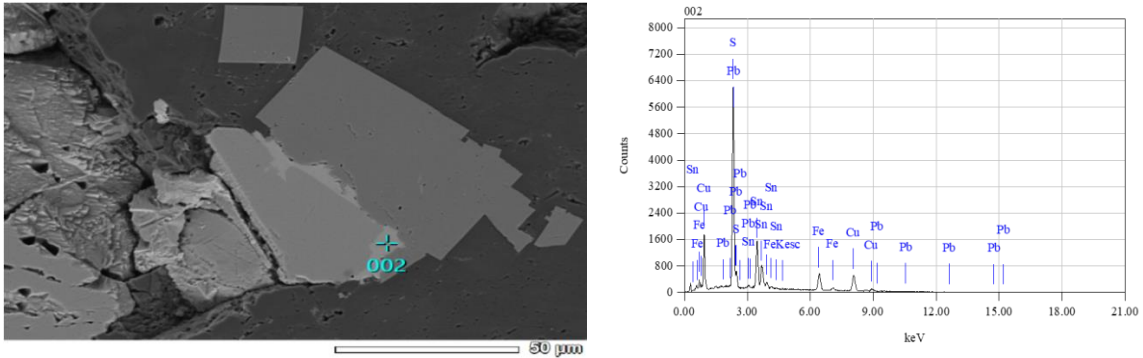


Рис. 2 Кайма станнина вокруг сфалерита (светлое). Растровое изображение и ЭДС-спектр

Заключение. В целом анализы на химический состав касситерита и станнина показали, что для касситерита характерен недостаток олова по сравнению с теоретическим составом. Также в касситерите присутствуют значительные примеси железа и свинца, реже сурьмы и ниобия. Для станнина характерно пониженное содержание меди и олова, примеси свинца и железа. По морфологии выделения в касситерите преобладают идиоморфные зерна, со следами дробления, в станнине – прожилки и эмульсионные выделения.

Литература

1. Голозубов В.В., Гонохова Р.Г., Раткин В.В., Рязанцева М.Д., Ханчук А.И. Геология и полезные ископаемые Приморского края. Дальнаука, Владивосток, 1995 г.
2. Берсенев И.И., Неволин Л.А., Сидоренко А.В. Геология СССР. Том 32. Приморский край. Часть 2. Геологическое описание. – Недр, Москва, 1974 г.
3. Павлов Е.С. О закономерностях размещения полезных ископаемых и перспективах развития минерально-сырьевой базы в Приморском крае. – 1959 год.

МИНЕРАГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНЫХ РАЗНОВИДНОСТЕЙ СУЛЬФИДНЫХ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ РУД ТАЛНАХСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ, РОССИЯ)

Астафьев С.В.

Научный руководитель - старший преподаватель Л.А. Зырянова

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

В настоящее время в связи с требованиями комплексного использования полезных ископаемых, а также с вовлечением в производство сложных многокомпонентных руд с более низкими содержаниями ценных компонентов и мелкими размерами выделений рудных минералов, объемы минералого-петрографических исследований заметно увеличиваются. Поэтому изучение руд с позиции технологической минералогии является необходимым и весьма актуальным в настоящее время.

Фактическим материалом, для написания данной работы послужили образцы руд Талнахского месторождения из коллекции Минералогического музея имени И.К. Баженова ТГУ, дополненные образцами из частной коллекции Л.А. Зыряновой.

Одной из основных характеристик технологических свойств руд как минерального агрегата является их контрастность, которая определяется, прежде всего, структурно-текстурными характеристиками, полученными на макро- и микроуровне. Данная статья посвящена минераграфической характеристике выделенных природных разновидностей руд в образцах руд Талнахского месторождения.

Руды месторождений Норильской группы по структурно-текстурным признакам разделяются на три природных разновидности: сплошные сульфидные руды в приподошвенной части интрузива, вкрапленные в материнских породах, вкрапленно-прожилковые в породах экзоконтакта.

Руды описываемых образцов отнесены к одному природному типу, а именно к сульфидным медно-никелевым. По структурно-текстурным признакам они разделяются на две природные разновидности: сплошные (содержание сульфидов > 50 %) и вкрапленные (содержание сульфидов < 50 %), для которых в свою очередь с учетом уже минерального состава выделяют природные разновидности [4, 6].

Для изучаемых образцов, с учетом вариаций минерального состава и также структурно-текстурных характеристик, выделены природные разновидности, для которых было выполнено минераграфическое описание с использованием диагностической и справочной литературы [1, 2, 3, 5] (табл.).

Известно, что структурно-текстурные особенности, химический состав минералов-носителей основных, попутных ценных компонентов и вредных примесей, оказывает большее влияние на результаты обогащения, чем простая изменчивость химического состава руд и именно эти характеристики определяют технологические свойства руд. Для сульфидных руд при характеристике технологических свойств первостепенное значение приобретают микротекстуры и микроструктуры сульфидного агрегата.

Таблица

Минераграфическая характеристика природных разновидностей сульфидных медно-никелевых руд Талнахского месторождения

№ образца	Микроструктура	Природные разновидности руд	
		Макротекстурные	Минеральные
17689*	Аллоотриоморфно- и гипидиоморфнозернистая, реликтовая	Сплошные	Халькопиритовая
17964*	Аллоотриоморфно- и гипидиоморфнозернистая, дробления, пламеневидные структуры распада твердого раствора		Талнахит-пентландитовая
17696*	Аллоотриоморфно- и гипидиоморфнозернистая, пластинчатая		Кубанит-халькопиритовая
21989*	Аллоотриоморфно- и гипидиоморфнозернистая, пламеневидные структуры распада твердого раствора,		Пирротиновая
21991*	Аллоотриоморфно- и гипидиоморфнозернистая		Халькопирит-пирротин-пентландитовая
21995*; 21988*	Аллоотриоморфно- и гипидиоморфнозернистая, коррозионная, цементная,	Вкрапленные	Халькопирит-пирротиновая
21993*	Аллоотриоморфно- и гипидиоморфнозернистая, цементная		Пирротиновая
20000	Аллоотриоморфно- и гипидиоморфнозернистая		Пентландитовая
21987*	Гипидиоморфнозернистая		Халькопиритовая

Примечание: * – номер образца Талнахского месторождения, в реестре Минералогического музея имени И.К. Баженова ТГУ.

Основными микроструктурами исследуемых руд являются аллоотриоморфно- и идиоморфнозернистая. Эти микроструктуры благоприятно влияют на технологические свойства руд. В изучаемых образцах встречаются также структуры распада твердых растворов (рис. 1), коррозионная (рис. 2) и реликтовая, которые неблагоприятно влияют на технологические свойства руд.

Основные технологические характеристики (минеральный состав, структурно-текстурные особенности), полученные в результате минераграфического изучения образцов руд Талнахского месторождения коллекции Минералогического музея имени И.К. Баженова ТГУ, позволяют отнести их к труднообогатимым.

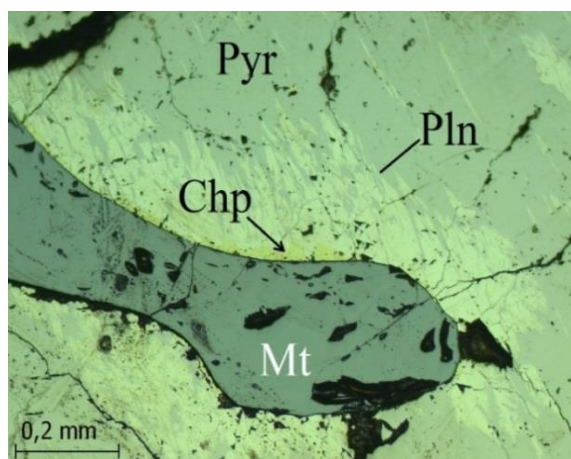


Рис. 1 Пламеневидная структура распада твердого раствора пентландита (Pln) в пирротине (Pyr).
Примечание: халькопирит (Chp), пирротин (Pyr), пентландит (Pln) и магнетит (Mt).
Анилиф, пирротиновая сплошная руда

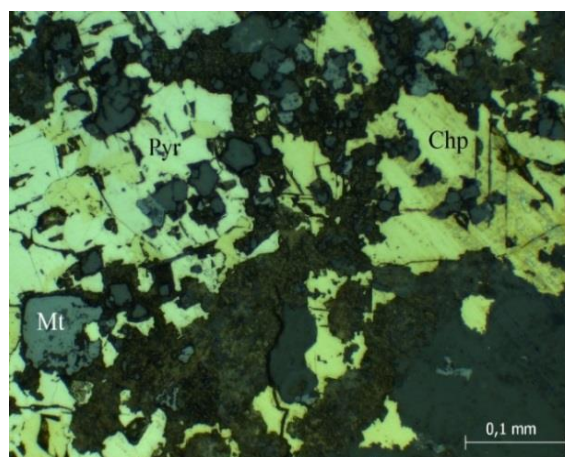


Рис. 2 Коррозионная структура халькопирита.
Примечание: магнетит (Mt), халькопирит (Chp), пирротин (Pyr).
Анилиф, вкрапленная халькопирит-пирротиновая руда

Геолого-промышленная типизация и минераграфическое описание исследуемых руд, как результаты проделанной работы позволяют установить, что образцы руд Талнахского месторождения в экспозиции

минералогического музея имени И.К. Баженова ТГУ представлены сплошными и вкрапленными сульфидными медно-никелевыми рудами, которые по минеральному составу разделяются на девять природных разновидностей. Большинство из представленных в музее разновидностей руд являются труднообогатимыми.

Литература

1. Афанасьева Е.Л., Исаенко М.П. Технологическая минераграфия. – М.: Недра, 1988. – 226 с.
2. Изоитко В.М. Технологическая минералогия и оценка руд. – СПб.: Наука, 1997. – 532 с.
3. Исаенко М.П., Афанасьева Е.Л., Боришанская С.С. Определитель главнейших минералов руд в отражённом свете. – М.: Недра, 1986. – 382 с.
4. Налдретт А.Дж. Магматические сульфидные месторождения медно-никелевых и платинометаллических руд. – Санкт-Петербург: СПбГУ. – 2003. – 487 с.
5. Рамдор П. Рудные минералы и их сростания / перевод А.Д. Генкина, Т.Н. Шадлун. – М.: Издательство иностранной литературы, 1962. – 1132 с.
6. Служеникин С.Ф., Платино-медно-никелевые и платиновые руды Норильского района и их рудная минерализация // Российский химический журнал, 2010. – Т. 54. – № 2 – С. 38–49.

АКЦЕССОРНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ СЕВЕРНОГО КРАКА (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

Гатауллин Р.А. ¹

Научный руководитель - ведущий научный сотрудник Д.Е. Савельев²

¹Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

²Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН, г. Уфа, Россия

Массив Северный Крак расположен в Белорецком районе Республики Башкортостан. Он представляет собой тело с размерами 15×18 км, большую часть площади которого занимают шпинелевые лерцолиты. Среди них встречаются участки, сложенные шпинель-плагноклазовыми лерцолитами, гарцбургитами и дунитами. Дунит-гарцбургитовый комплекс фрагментарно присутствует в краевых частях массива [2].

Фактический материал был получен автором в ходе полевых исследований 2019-2020 гг. в составе отряда лаборатории рудных месторождений ИГ УФИЦ РАН. Образцы ультрамафитов были подготовлены и изучены при помощи поляризационного и электронного микроскопов, состав минералов определялся при помощи ЭДС на СЭМ Vega 3 Tescan sbh в ЦКП «Структурные и физико-механические исследования материалов» (ИПСМ РАН, Уфа).

В данной работе были исследованы хромшпинелиды хромититов, дунитов, дунит-гарцбургитов, гарцбургитов, лерцолитов, апонеридотитовых серпентинитов, а также плагноклазы, встречающиеся в ассоциации со шпинелидами в некоторых образцах лерцолитов.

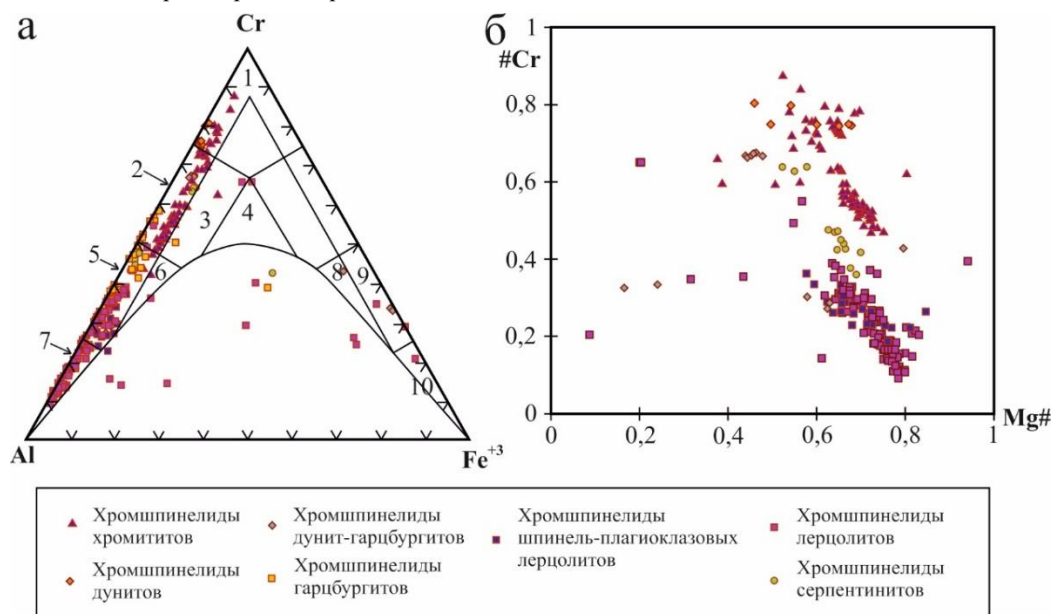


Рис. а – треугольная классификационная диаграмма состава трёхвалентных катионов хромшпинелидов (диаграмма Н.В. Павлова [1]). 1 – хромит, 2 – алюмохромит, 3 – субферриалюмохромит, 4 – ферриалюмохромит, 5 – хромникотит, 6 – субферрихромникотит, 7 – никотит, 8 – субалюмохроммагнетит, 9 – хроммагнетит, 10 – магнетит.

б – бинарная диаграмма для хромшпинелидов в координатах #Cr – #Mg. #Cr=Cr/(Cr+Al+Fe³⁺); #Mg=Mg/(Mg+Fe²⁺), атомные количества

Хромшпинелиды содержатся во всех разновидностях ультрамафитов в количестве до 3 об. %, в хромититах хромшпинелиды – один из породообразующих минералов, их содержание доходит до 40 об.%. Морфологические характеристики зёрен хромшпинелидов варьируют в значительном диапазоне. Размер зерен от десятых долей мм до 2 мм. Наиболее мелкие выделения хромшпинелидов встречаются на границах зёрен и субзёрен пластически деформированных оливинов и ортопироксенов, а также в виде включений внутри них. Габитус и цвет зёрен различны: крупные зёрна ксеноморфны и имеют цвета от светло-жёлтого до темно-коричневого, мелкие зёрна гипидиоморфны и имеют более темный цвет. Местами мелкие зёрна хромшпинелида концентрируются в серпентинитовых прожилках. Редко встречаются зёрна хромшпинелида с включенными в них зёрнами оливина, и наоборот.

Хромшпинелиды ультрамафитов характеризуются значительными вариациями содержания алюминия и хрома (рис. 1 а) и содержат мало трёхвалентного железа. Большинство исследованных хромшпинелидов относятся к хромиту, алюмохромиту, хромпикотиту, пикотиту (тренд вдоль линии Cr-Al), незначительное количество шпинелидов относится к субферриальнохромиту, ферриальнохромиту, субферрихромпикотиту, субалюмохроммагнетиту, хроммагнетиту, магнетиту.

Попадание некоторых фигуративных точек в зону несмесимости (нижняя часть треугольной диаграммы под линией сольвуса), скорее всего, объясняется тем, что химический состав анализировался на участках тесного срастания первичной шпинели с хроммагнетитом и магнетитом при небольшом увеличении. На бинарной диаграмме #Cr–Mg# (рис. 1 б) отчётливо видна зависимость уменьшения магнезиальности хромшпинелидов с ростом их хромистости. Доля хрома варьирует в пределах 0,1...0,8 #Cr, вариации содержания магния и двухвалентного железа не столь значительны, в основном в пределах 0,5...0,9 #Mg.

Из примесных элементов в количествах выше предела обнаружения чаще всего встречаются Ni и Ti (примерно в 10 % анализов), их содержание достигает 0,58 мас.% и 0,43 мас.%, соответственно. В редких случаях в зёрнах шпинелидов отмечены Mn, Zn, V в количестве до 2,57 мас.%, 0,84 мас.%, 0,26 мас.% соответственно. Фигуративные точки составов хромшпинелидов из серпентинитов в большинстве своём не выбиваются из трендов составов хромшпинелидов из перидотитов. Это говорит об относительной устойчивости хромшпинелидов в процессе серпентинизации пород (хотя необходимо отметить, что в серпентинитах часто встречаются зёрна хромшпинелидов, почти нацело преобразовавшиеся в магнетит; состав таких зёрен не анализировался).

Плаггиоклазы, встречающиеся в лерцолитах, чаще всего ассоциированными с крупными ксеноморфными выделениями хромшпинелидов. Агрегаты плаггиоклаза обычно формируют внешнюю оболочку вокруг хромшпинелидов и в большинстве случаев подвержены значительному вторичному изменению с образованием соссюритовых агрегатов.

Исследованные плаггиоклазы по химическому составу соответствуют лабрадору и битовниту с долей анортитового минала An от 0,58 до 0,79 (табл.). В некоторых зёрнах отмечен калий, иногда определяются Sr и Fe, что связано, скорее всего, с «захватом матрицы» хромшпинелидов.

Таблица

Состав плаггиоклазов из шпинель-плаггиоклазовых лерцолитов Северного Крака (формульные коэффициенты)

образец	Na	Al	Si	K	Ca	An
Сек-2176	0,210	1,844	2,149	-	0,796	0,79
Сек-2176	0,360	1,785	2,129	0,018	0,709	0,66
Сек-2176	0,479	1,783	2,073	-	0,665	0,58
Сек-2160	0,242	1,803	2,206	-	0,750	0,76
Сек-2160	0,340	1,705	2,294	-	0,662	0,66
Сек-2160	0,363	1,734	2,242	-	0,661	0,65
Сек-2160	0,357	1,693	2,307	-	0,643	0,64
Сек-1771а	0,317	1,774	2,195	-	0,714	0,69
Сек-1771а	0,241	1,804	2,203	-	0,753	0,76
Сек-1771а	0,275	1,776	2,234	-	0,716	0,72
Сек-1771а	0,341	1,710	2,299	-	0,650	0,66

Помимо шпинелидов и плаггиоклазов, в первичной ассоциации перидотитов массива распространены также амфиболы (паргасит), сульфиды Fe-Ni-Cu (пирротин, пентландит, халькопирит) и самородные минералы (аварунит), описание которых выходит за рамки данного сообщения.

Выводы:

1. состав аксессуарных хромшпинелидов полностью соответствует тренду, характерному для мантийных разрезов офиолитовой ассоциации;
2. типоморфными аксессуарными минералами перидотитов массива Северный Крака являются хромшпинелиды и плаггиоклазы (в части образцов), что говорит о пограничных условиях глубинности становления массива в верхней мантии: вблизи границы шпинелевой и плаггиоклазовой фации.

Исследования выполнены в рамках темы Госзадания Минобрнауки РФ (№ 0246–2019–0078), электронно-микроскопическое изучение минералов проведено в ЦКП «Структурные и физико-механические исследования материалов» (ИПСМ РАН, Уфа).

Литература

1. Павлов Н.В. Химический состав хромшпинелидов в связи с петрографическим составом пород ультраосновных интрузивов // Тр. Ин-та геол. наук АН СССР. – Вып. 103. Серия рудных месторождений, 1949. – № 13. – С. 10–35.
2. Савельев Д.Е., Сначев В.И., Савельева Е.Н., Бажин Е.А. Геология, петрогеохимия и хромитонность габбро-гипербазитовых массивов Южного Урала – Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2008. – 320 с.

СУЛЬФОСОЛИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КОНДЁР

Гусарова В.В., Федосеев Д.Г.

Научный руководитель - ведущий научный сотрудник В.А.Пахомова

Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток, Россия

Месторождение Кондёр расположено в Алдано-Становой золото-платинометалльной россыпной провинции. Массив в плане имеет правильную округлую форму диаметром около 7,5 км, зональное строение, и характеризуется наличием центрального ядра, сложенного дунитами, и окружающей его оторочки, состоящей из замкнутых колец, сформированных клинопироксенитами и меланократовыми габброидами, образующими относительно узкую кольцевую зону вокруг ядра. Многочисленные дайкообразные тела косьвитов также образуют кольцевую зону по периферии ядра, кроме того, они слагают крупное поле в центре массива и встречаются в виде обособленных жильных тел среди дунитов и клинопироксенитов.

Всемирно известное россыпное золото-платиновое месторождение Кондёр, которое по-прежнему приносит России более половины запасов платины, давно изучается. Многочисленные публикации об этом объекте посвящены геологическим [1, 5], морфологическим [3] характеристикам месторождения и особенностям минералов платиновой группы [2, 4]. Наибольшую известность месторождению принесли уникальные самородки, в которых установлено большое разнообразие минеральных форм платины, покрытых самородным золотом, а также значительная их обогащенность тугоплавкими элементами платиновой группы и иными геохимически контрастными элементами.

Традиционно все месторождения платиновых металлов классифицировались как единый генетический тип собственно магматических месторождений. Поэтому принципиально важное значение имело выделение в его составе двух генетических классов месторождений: магматических сульфидных платино-медно-никелевых и флюидно-магматических малосульфидных платиновых. Принципиальные различия между классами месторождений платиновых металлов заключаются в том, что ведущими процессами концентрирования платиновых металлов для сульфидных медно-никелевых месторождений являются процессы многоступенчатой глубинной дифференциации, а ключевая роль принадлежит событиям мантийно-корового взаимодействия и событиям контаминации мантийных магм. По изотопно-геохимическим параметрам в процессах рудообразования отчетливо фиксируется соединение источников рудного вещества двух типов: мантийного и корового.

В ходе работы были проведены исследования шлифов месторождения оптическим и микрозондовым анализами в аналитическом центре ДВГИ ДВО РАН с помощью микроскопа NIKON ECLIPSE LV100POL и четырехканального микроанализатора JXA-8100 производства компании Jeol Co Ltd.

При микроскопических исследованиях шлифов месторождения Кондёр были выявлены такие сульфосоли серебра, сурьмы, и свинца как диафорит, ульманнит, буланжерит, фрайслебенит, фалькманит. Фрайслебенит – редкий и малоизученный сульфоантимонид Pb и Ag. До сих пор по существу не выяснен окончательно состав этого минерала. В литературе в настоящее время в качестве возможных приводятся две формулы фрайслебенита: $Ag_5Pb_3Sb_5S_{12}$ и $AgPbSbS_3$. Сульфоантимониты свинца и серебра являются одной из наименее изученных групп серебряных сульфосолей. В настоящее время среди них с различной степенью достоверности выделяют: фрайслебенит, диафорит, броньардит, андорит, рамдорит, физелиит, овихит, теремковит и сульфосоль состава $AgPb_3Sb_3S_3$, описанную в 1922 г. и не получившую самостоятельного названия. Кроме того, к этой группе должны быть отнесены сундтит – $AgFeSb_3S_6$ и наказит – $Ag_3CuPb_4Sb_{12}S_{24}$, в состав которых входят также Fe и Cu.

В исследованных образцах наибольшую распространённость имеет **диафорит** ($Ag_3Pb_2Sb_3S_8$), который встречается в виде аллотриоморфных зерен с редкими гранями идиоморфных очертаний, иногда имеет индукционные грани роста с галенитом, что свидетельствует об их одновременной кристаллизации. Внутри диафорита диагностированы вытянутые игольчатые кристаллы буланжерита и аллотриоморфные зерна галенита (рис. 1). Диафорит наблюдается в кристалле сфалерита в виде аллотриоморфных зерен от 0,014 до 0,07 мм (рис. 2). Часто в образцах встречается **буланжерит** ($Pb_5Sb_4S_{11}$), имеющий вид ориентированно-игольчатых кристаллов (рис. 4 – буланжерит находится в зерне галенита). **Фалькманит** ($Pb_3Sb_2S_6$), обнаружен в виде эмульсионных включений в зерне галенита. На рисунке 3 буланжерит можно увидеть в непрерывном сростании с **фрайслебенитом** ($AgPbSbS_3$), и аллотриоморфным эмульсионным галенитом, границы сростания нечёткие, что может свидетельствовать об одновременном росте минералов, в левой части фотографии – игольчатый кристалл буланжерита, размером $0,043 \times 0,01$ мм. Гипидиоморфное зерно сульфантимонида **ульманнита** ($NiSbS$), размером $0,08 \times 0,1$ мм, обнаружено в галените (рис. 4).

Большинство обнаруженных при анализе сульфосолей являются свинцово-сурьмяными, кроме ульманнита, в его состав свинец не входит. Это обстоятельство доказывает развитие рудообразующего процесса при совмещении

в составе оруденения геохимически контрастных групп химических элементов, например, типичных гранитоидных (Sn, W, Mo, Au, Ag) и гипербазитовых (Cr, Ni, Ti, V, Pt, Pd, Ir, Os). В этой связи представляется возможным обсуждение в качестве возможного механизма рудообразования газового транспорта и газотранспортных реакций. Отдельные типы реакций платинового и золотого минералообразования с участием низкоплотных водных флюидов реально установлены и исследованы в процессах современной фумарольной активности действующих вулканических систем. Образованные по такому механизму минеральные ассоциации, содержащие платиновые металлы и золото, во многом идентичны минеральным ассоциациям поликомпонентных месторождений.

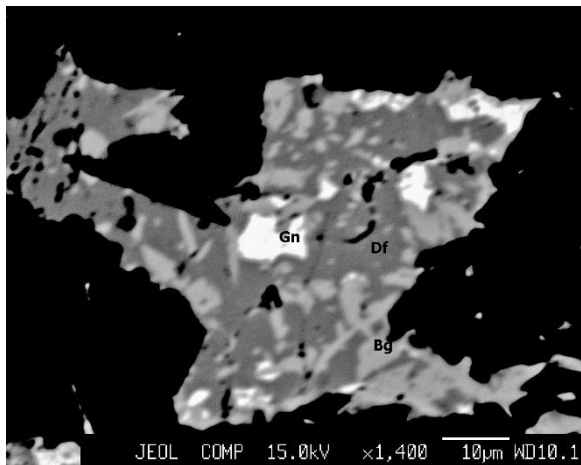


Рис. 1 Зерно диафорита (Df) с игольчатыми кристаллами буланжерита (Bg) и галенита (Gn)

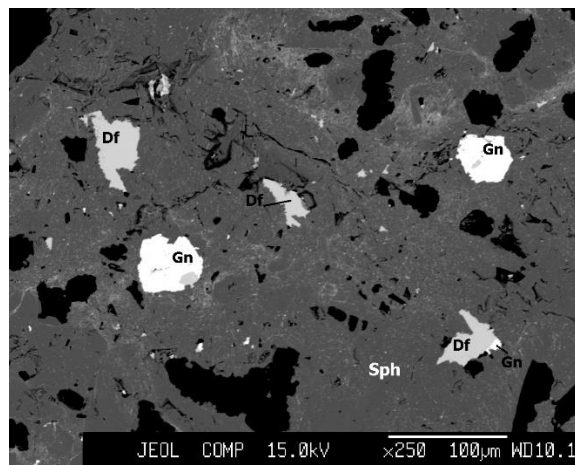


Рис. 2 Зерна диафорита (Df) в сфалерите (Sph)

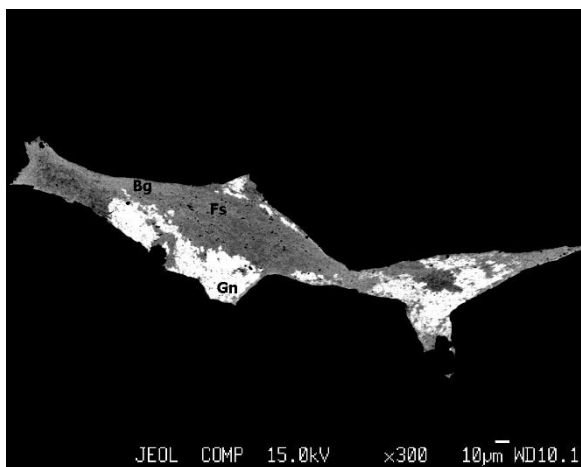


Рис. 3 Зерно с фрайслебенитом (Fs), буланжеритом (Bg) и галенитом (Gn)

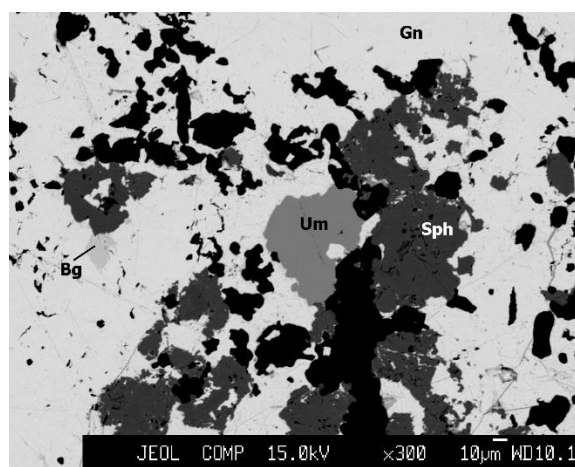


Рис. 4 Ульманит (Um) в галените (Gn) и зерно буланжерита (Bg)

Литература

1. Некрасов И.Я., Иванов В.В., Ленников А.М., Октябрьский Р.А., Сапин В.И., Залищак Б.Л., Молчанова Г.Б. Золото-медно-палладиевая минеральная ассоциация Кондерского массива (юго-восток Алданского щита). [Gold-copper-platinum mineral association of the Kondersky massif // Сб. «Платина России (проблемы развития минерально-сырьевой базы в XXI веке)». – Т. IV. – 1999. – С.51–59.
2. Сушкин Л.Б. Кондёр – Дальневосточная жемчужина России // Наука и природа Дальнего Востока. –Хабаровск, 2006 – № 2 – С. 121–139.
3. Чикишева Т.А., Корольков А.Т., Прокопьев С.А., Прокопьев Е.С., Шульгина М.Е. Платиноиды Кондёрского россыпного месторождения: морфологические типы, их распространенность и элементный состав // Известия Иркутского государственного университета. Серия Науки о Земле. – 2018. – Т. 23. – С. 122–133.
4. Cabry L.J, Laffamme J.H.G. Platinum group minerals from the Kondersky massif, Russian Far East – The Mineralogical Record. – 1997. – Vol. 28. – Pp. 97–106.
5. Zalishchak B.L., Lennikov A.M., Oktyabrsky R.A., Solyanik V.A., Pakhomova V.A. Mineralization of zonal alkali-ultrabasic complexes of the Far East Russia. Proceedings of the Ninth Quadrennial IAGOD Symposium, 1998. – E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nagele u. Obermiller). D-70176 Stuttgart. – P. 541–553.

**ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД САКУНСКОГО ЩЕЛОЧНОГО МАССИВА
(ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)**

Дегтярёв Д.Е., Афонин И.В.

Научный руководитель - доцент П.А. Тишин

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Южносакунский массив выделяется в составе Сакунского щелочно-гранитоидного плутона. Он приурочен к зоне сочленения Чарского выступа и Удоканского авлакогена. Интрузия локализована в пределах Удоканского блока Верхне-Читкандинской тектонической зоны [1].

Цель работы – выявление геохимических особенностей пород Сакунского массива.

Методика работы: построение мультиэлементных диаграмм для исследуемых пород и их последующая интерпретация [3, 4]. В основу исследований были положены данные микроэлементного состава по 6 образцам (пуласкиты, сиениты псевдолейцитовые и пуласкитовые, сынныриты). Элементы были определены методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) в центре коллективного пользования «Аналитический центр геохимии природных систем» ТГУ.

На рисунке 1 представлены спектры исследуемых пород, нормированные к нормативным сиенитам по данным Л.Н. Овчинникова [2]. Как видно из графика (рис. 1), исследуемые породы практически полностью повторяют контуры сиенитов, за исключением ряда элементов. Наиболее показательны минимумы для титана и циркония, а также незначительные минимумы для церия. Пониженные значения ниобия в породах позволяют сделать вывод, о том, что в магматический процесс была вовлечена коровая составляющая. Заметные минимумы циркония в первую очередь предположительно фиксируют отсутствие циркона в породах. И их небезосновательно можно отнести к сиенитам, что подтверждает их формационную связь [2, 3].

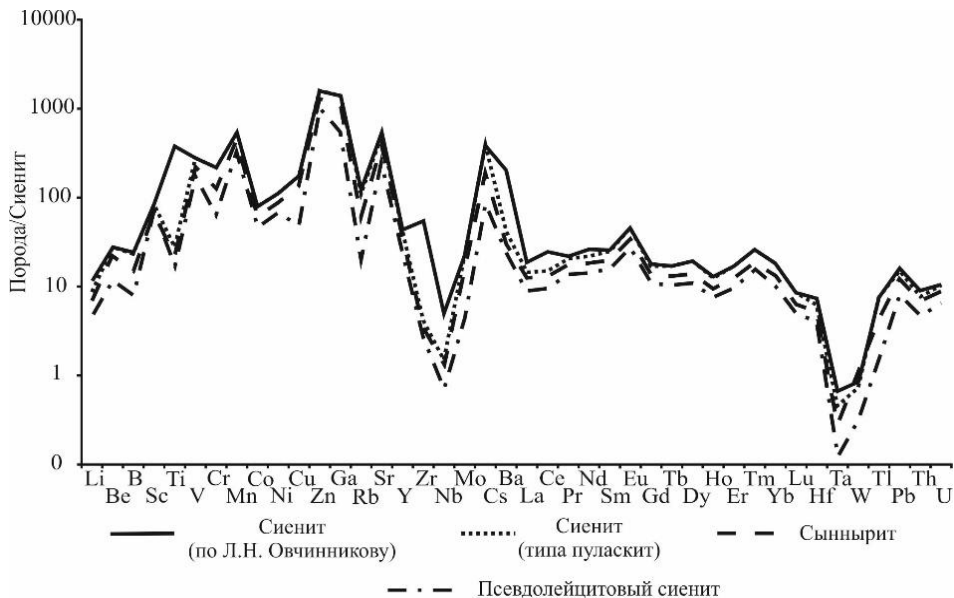


Рис. 1 Спайдер-диаграмма для пород Южносакунского массива [2]

На рисунке 2 представлены нормированные спектры редких и редкоземельных элементов к примитивной мантии (рис. 2а) и к хондриту (рис. 2б).

Для всех исследуемых пород за исключением сынныритов наблюдается общее обогащение литофильными и высоkozарядными элементами (рис. 2а). Максимумы нормированных спектров отмечаются для цезия, бария, рубидия и европия. Аномалия европия контролируется присутствием натриевых и калиевых полевых шпатов, что подчеркивается результатами петрографического анализа [1]. На спектрах отмечаются ярко выраженные отрицательные аномалии тория, тантала, гафния и циркона. Минимумы тантала могут фиксировать низкотемпературные условия формирования исследуемых пород. Отрицательная аномалия гафния и циркония, вероятно, обусловлены значительной степенью дифференциации расплава [3, 4].

Морфология спектров, нормированных к хондриту, характеризуется положительным наклоном кривых с явным преобладанием легких лантаноидов над тяжелыми. Это может быть обусловлено наличием граната в источнике плавления, в виду аналогичного распределения элементов в данном минерале. Помимо этого значительное фракционирование редкоземельных элементов в сторону обогащения легкими может указывать на наличие роговой обманки в релитовых фазах (рис. 2а) [3, 4].

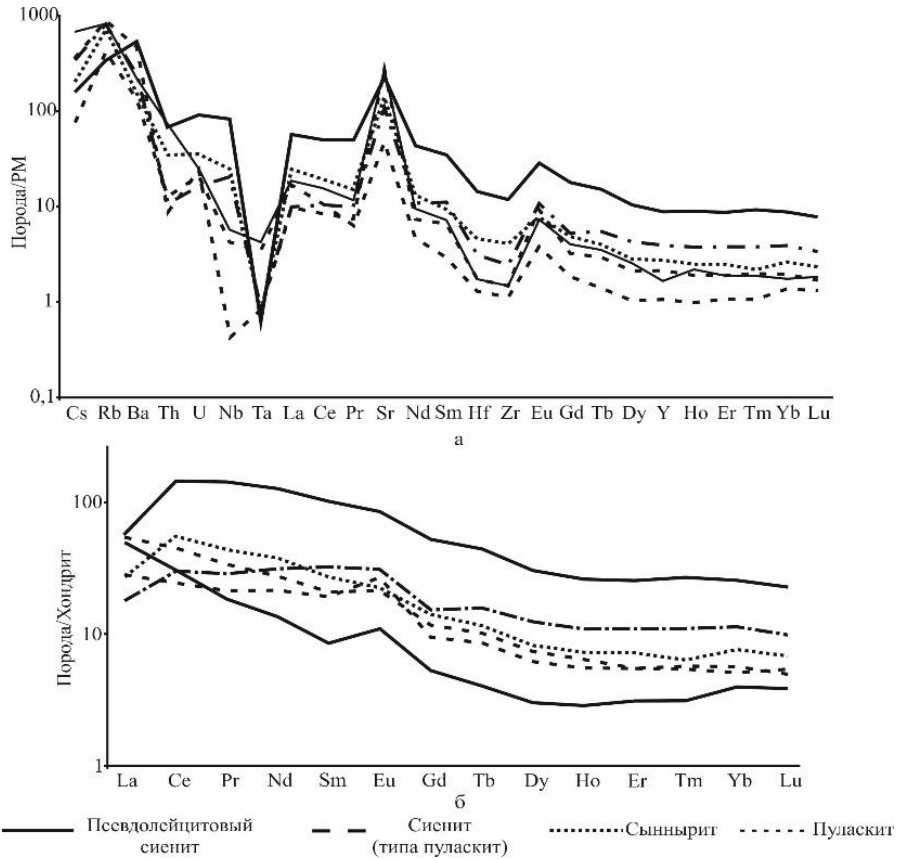


Рис. 2 Спайдер-диаграммы пород Южносакунского щелочного массива: а – нормированные спектры относительно примитивной мантии [6]; б – нормированные спектры относительно хондрита (C1) [6]

На дискриминационной диаграмме $Nb/Y - Zr/(P_2O_5 \cdot 10^4)$ (рис. 3) преобладающий объем выборки попадает в поле толеитовых базальтов. Это позволяет предположить, что первоначальный расплав имел толеитовый состав. Положение фигуративных точек исследуемых пород в областях океанических и континентальных обстановок, вероятнее всего, отражают факт вовлечения в исходный расплав коровых компонентов. Предполагается, что по мере эволюции расплава за счет кристаллической дифференциации произошла смена толеитовой серии на щелочную [5, 7].

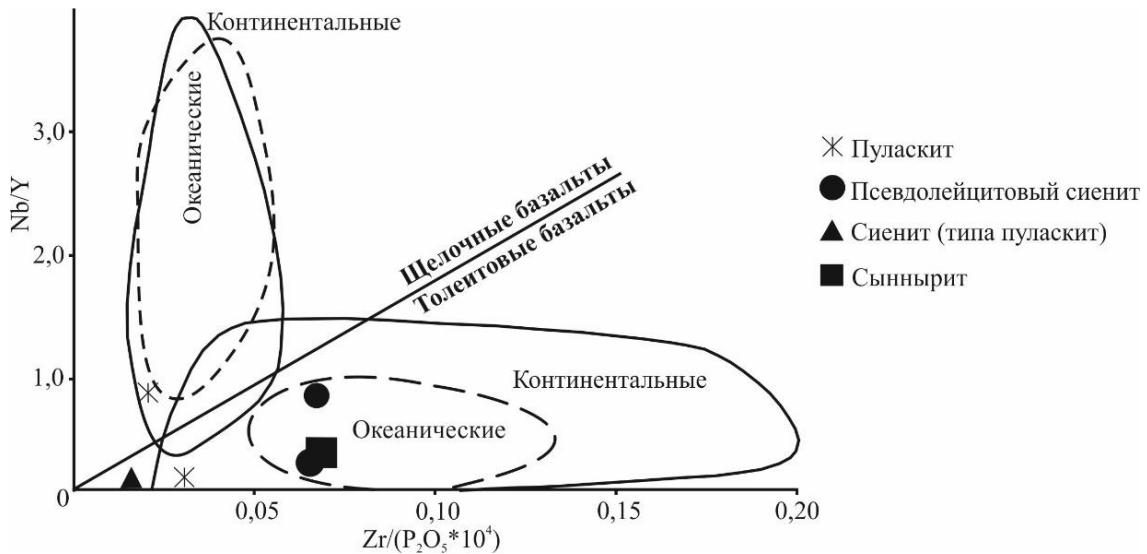


Рис. 3 Дискриминационная диаграмма $Nb/Y - Zr/(P_2O_5 \cdot 10^4)$ [7]

По результатам проведенных исследований была установлена формационная связь изученных пород с сиенитами. На основании анализа микроэлементного состава предположены вариации минерального состава, выраженные в наличии роговой обманки, плагиоклазов, полевых шпатов и отсутствии циркона.

Состав исходного расплава по предварительным данным отвечает толеитовому, который впоследствии дифференциации приобрел щелочную спецификацию. Природа формирования рассматриваемых пород предположительно имеет смешанный характер при участии мантийных и коровых источников.

Работа выполнена в рамках Госзадания Министерства Науки и высшего образования РФ (проект № 0721-2020-0041).

Литература

1. Детьярев Д.Е. Петрология пород Южносакунского щелочного массива (Забайкальский край): выпускная бакалаврская работа по направлению подготовки: 05.03.01 – Геология. – Томск: [б.и.], 2020. – 33 с. URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vital:12439>.
2. Овчинников Л.Н. Прикладная геохимия. – М.: Недра, 1990. – 248 с.
3. Практическая петрология: методические рекомендации по изучению магматических образований применительно к задачам госгеолкарт. — СПб: Изд-во ВСЕГЕИ, 2017. – 168 с.
4. Складов Е.В. Интерпретация геохимических данных /Е.В. Складов, Д.П. Гладкочуб, Т.В. Донская, и др; Е. В. Складова. – 1-е изд. – Москва: Интернет Инжиниринг, 2001. – 288 с.
5. Kelemen P.B., Hanghoj K., Greene A.R. One view of the geochemistry of subduction-related magmatic arcs, with emphasis on primitive andesite and lower crust. Treatise on Geochemistry the Crust. USA: University of Maryland. – V. 3. – 2003. – P. 593– 659.
6. Sun S.S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematic of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. Geol. Soc. Spec. Publ. – № 42. – 1989. – P. 313–345.
7. Rollinson, H. R. Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation, Interpretation. London (Longman Scientific and Technical), 1993. XXVI + 352 pp.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРМ СВЯЗЕЙ КРЕМНИЯ В УГЛЕФИЦИРОВАННЫХ ВЕЩЕСТВАХ С ПОМОЩЬЮ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Дмитриенко А.А.

Научный руководитель - доцент В.П. Иванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В угольной и нефтяной геологии назрела необходимость в определении форм связей неметаллических и металлических элементов в углефицированных веществах (УФВ) [1]. Для разработки метода их диагностики в лаборатории исследования углей ТПУ были исследованы образцы УФВ: гербарий хвоща (№ 1), отобранный на болоте Томской области, фитолеймы хвоща (№ 2), папоротника (№ 3) и кероген (№ 6) из нефтегазовых отложений Западной Сибири юрского возраста, торф (№ 4) месторождения Апача на Камчатке, каменный уголь марки Д (№ 5) пласта Двухаршинного Черногорского месторождения Минусинского бассейна, каменный уголь марки Ж (№ 7) пласта 39 Жерновского месторождения Кузбасса.

Перечисленные образцы – это геополимеры, являющиеся органоминеральными или минерально-органическими композитами природного происхождения. Они подбирались таким образом, чтобы иметь возможность проследить различия, например, по образцам хвоща в виде гербария и фитолеймы – степень преобразования растительной ткани, а по фитолеймам хвоща и папоротника – влияние вида растения на характер этого преобразования. Сравнение торфа и бурого угля позволит оценить влияние диагенеза и раннего катагенеза, а сравнение керогена и каменного угля – выявить структурные различия УФВ разного геологического возраста.

Все образцы изучались с помощью АПК «Спектротест», позволяющего исследовать порошковые пробы веществ в ИК-спектре методом диффузного отражения (ГОСТ 32246-2013), на котором с позиции атомарно-молекулярной архитектуры строения УФВ возможно выявлять валентные и деформационные связи групп атомов по отношению к остальным химическим элементам в виде функциональных групп или соединений. В справочных таблицах [2–7] были отобраны характерные полосы ИК-спектра, отражающие химические соединения Si, P, S с C, N, O, H, Cl для твердых веществ [8]. Применяя корреляционный анализ между оксидами, содержащимися в углях, и интенсивностями значений справочных полос на ИК-спектре углей марки Ж пластов 60-39 Жерновского месторождения Кузбасса, авторами по коэффициенту корреляции были определены полосы, отражающие формы связи Si, P, S на спектрах в диапазоне 7500...350 см⁻¹, как диагностические признаки.

Установлено, что для решения обозначенных задач более пригодными являются формы связей соединений Si (табл. 1, 2) Для анализа генетических особенностей были использованы структурно-генетические показатели (СГП) – степени восстановленности (Пв) [9] и степени метаморфизации (Пм) [10], отражающие биогеохимическую обстановку осадкообразования и характер преобразования осадков в процессе углефикации; PIVt+L и ПИ [11], отражающие характер преобразованного исходного растительного материала в мацералы и в виде отношения между собой позволяющие устанавливать степень гелификации (Пг) УФВ (табл. 3). На рисунке показаны изменения в образцах УФВ количества связей Si–H δ, SiH₂ ν, Si(C≡CH)₄ ν, Si(CH=CH₂)₄ ν и структурно-генетических показателей Пм, Пв, Пг, ПИ.

Таблица 1

Виды соединений макроэлементов Si, P, S с химическими элементами C, N, O, H, Cl из справочных таблиц [2–7]

Макро-элементы	Функциональные группы и волновые числа, см ⁻¹		
	СН и Н	N	Cl
Si	SiH ₂ ν – 745–420; Si(CH=CH ₂) ₄ ν – 1592, 732 и 583; Si(C≡CH) ₄ ν – 2053, 708 или 687, 534	Si ₂ NH ν – 3400; 3570; 3390; Si–NH ₂ δ – 1500	Cl < 625; < 670; SiF ₆ ²⁻ δ – 725

Таблица 2

Формы связей Si и их интенсивность диффузного отражения на ИК-спектре

Диффузное отражение в волновых числах, см ⁻¹	Номер образца						
	1	2	3	4	5	6	7
Форма связи Si–H δ							
814	0,74	0,03	0,41	0,05	0,29	0,34	0,66
868	0,07	0,74	0,19	0,03	0,32	0,51	0,89
Среднее	0,41	0,38	0,30	0,04	0,31	0,43	0,77
Форма связи SiH ₂ ν							
430–434	0,19	0,14	0,23	0,47	0,13	0,18	0,10
745	0,51	0,69	0,12	1,64	0,00	0,09	0,64
Среднее	0,35	0,42	0,18	1,05	0,06	0,14	0,37
Форма связи Si(C≡CH) ₄ ν							
687	0,29	1,36	1,65	0,05	0,12	0,92	0,08
2056	0,00	0,68	1,70	0,18	0,05	0,40	0,02
Среднее	0,14	1,02	1,67	0,11	0,09	0,66	0,05
Форма связи Si(CH=CH ₂) ₄							
1592	0,58	0,21	0,38	0,71	0,42	0,47	0,63

Результаты эксперимента показали, что использование функциональных групп в качестве поискового признака формы связи кремния Si–H δ, SiH₂ ν, Si(C≡CH)₄ ν позволяет выявлять генетические особенности образования УФВ с СГП (Пм, Пв, Пг, П_{v+l}, П_l). В частности, увеличение деформационных связей Si–H δ в структурах УФВ торфа, угля марки Д, керогена и угля марки Ж указывает на возрастание межмолекулярных связей, обусловленное влиянием метаморфизма.

Увеличение интенсивности диффузного отражения от торфа до гербария хвоща указывает на рост содержания кремния в органическом веществе образцов в виде форм связей Si–H δ. Характер изменения валентной связи в виде водородистого кремния (SiH₂ ν) свидетельствует о проявлении восстановленности, обусловленной составом химических соединений в растениях, особенно содержанием белков и жиров.

Таблица 3

Структурно-генетическая характеристика образцов

№ образца	Вид углефицированного вещества	Пм	Пв	П _{v+l}	П _l	Пг
1	Гербарий хвоща	0	0	0,41	0,74	0,06
2	Фитолейма хвоща	0,37	0,95	0,42	0,16	0,26
3	Фитолейма папоротника	0,12	0,34	0,42	0,45	0,09
4	Торф	0,37	0,53	0,93	0,26	0,06
5	Каменный уголь марки Д	0,33	0,32	0,72	0,53	0,14
6	Кероген	0,97	0,72	1,45	0,06	2,26
7	Каменный уголь марки Ж	0,96	0,59	1,33	0,18	0,74

С восстановленностью, как биогеохимическим фактором связано изменение форм связи кремния с винильной группой в виде Si(CH=CH₂)₄ на длине волны 1592 см⁻¹. Форма связи кремния с алкильной группой в виде валентной связи Si(C≡CH)₄ ν на дуплетных пиках 687 и 2056 см⁻¹ однозначно указывает на влияние процесса гелификации (Пг).

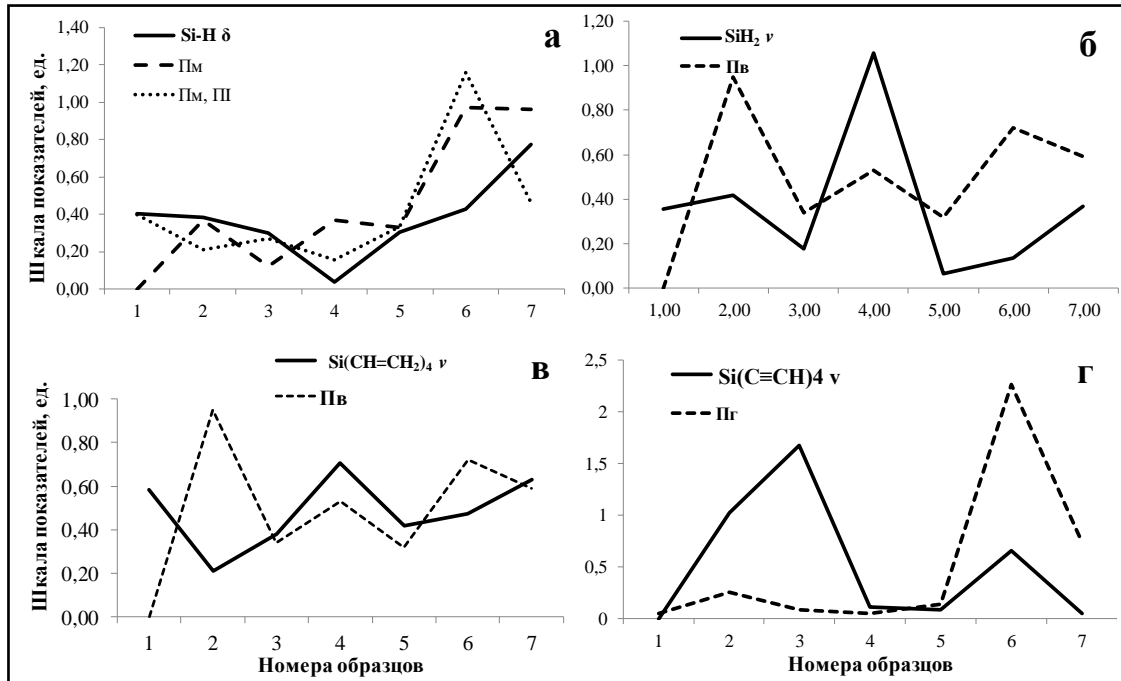


Рис. Графики изменения в образцах УФВ количества связей Si-H δ, SiH₂, Si(C≡CH)₄ ν, Si(CH=CH₂)₄ и структурно-генетических показателей Пм, Пв, Пг, Пп

Литература

1. Дмитриенко А.А., Исаева Е.Р. Структурные признаки углефикации органических веществ // Кокс и химия. – 2019. – № 12. – С. 9–13.
2. Преч Э., Бюльманн Ф., Аффольтер К. Определение строения органических соединений. Таблицы спектральных данных. Пер. с англ. - М.: Мир; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 438 с.
3. Гордон А., Форд Р. Спутник химика. Физико-химические свойства, методики, библиография. – М.: Мир, 1976. – 541 с.
4. Накамото К. ИК-спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений. – М.: Мир, 1991. – 536 с.
5. Тарасевич Б.Н. ИК спектры основных классов органических соединений. Справочные материалы. – М.: МГУ, 2012. – 55 с.
6. Беллами Л. Инфракрасные спектры сложных молекул. Пер. с англ. - М.: Изд. иностр. Лит, 1963. – 590 с.
7. Смит А. Прикладная ИК-спектроскопия. Пер. с англ. - М.: Мир, 1892. – 328 с.
8. Дмитриенко А.А. Выявление кластеров химических соединений в углефицированном веществе на ИК-спектре – Проблемы геологии и освоения недр: Труды XXIV Международного симпозиума им. академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 7-летию Победы в Великой Отечественной войне. Том 1 / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2020. – С. 70–72.
9. Иванов В.П., Станкевич А.С., Школлер М.Б. и др. Восстановленность и петрографический состав углей Кузнецкого бассейна / Химия твёрдого топлива. – 2002. – № 4. – С. 3–19.
10. Иванов В.П., Школлер М.Б., Станкевич А.С. Изменение структурных характеристик и свойств кузнецких углей разной степени метаморфизма и восстановленности в процессе их окисления / Кокс и химия. – 2002. – № 5. – С. 4–11.
11. Иванов В.П. Оценка окисления мацералов кузнецких углей на основе ИК-спектроскопии // Кокс и химия. – 2004. – № 5. – С. 14–21.

ПЕТРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД САКУНСКОГО ПЛУТОНА (ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

Досжанов С.И., Афонин И.В.

Научный руководитель - доцент П.А. Тишин

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Сакунский плутон находится на северо-востоке Удоканского хребта в верховьях рек Читканда и Саку. Массив приурочен к границе Удоканского и Намингско-Чарского структурно-формационных блоков. Для рассматриваемого плутона характерна дугообразная форма. Его южная и юго-восточная части, которые сложены преимущественно щелочными породами, контролируются системой разломов меридионального простирания, а север и северо-запад массива – субширотными разломами [2, 3].

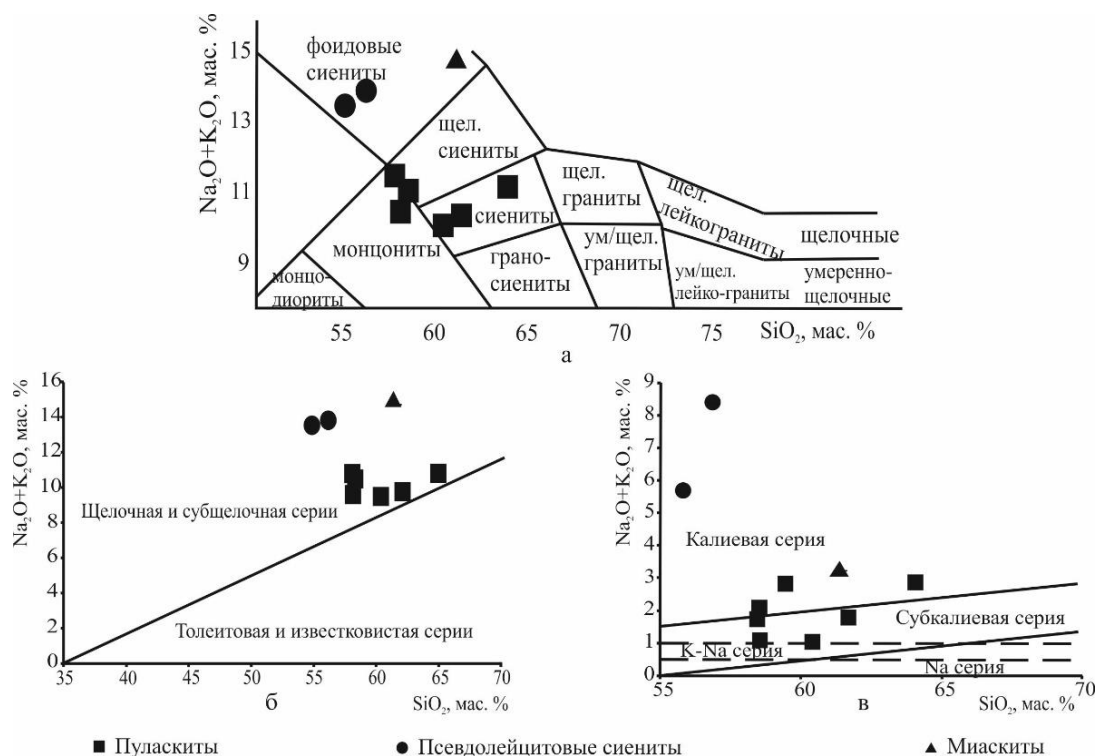


Рис. 1 Классификационные диаграммы для пород Сакунского плутона [4,5].
а – фрагмент TAS-диаграммы; *б* – $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}) - \text{SiO}_2$; *в* – $(\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}) - \text{SiO}_2$

В составе плутона выделяются интрузивные тела различной морфологии (штоки, кольцевые, дуговые, неправильные трещинные тела). В северной части они обособлены в ингамакитский комплекс, а в южной в ханинский. По вещественному составу ингамакитский представлен монцонит-граносиенитовой формацией, а ханинский – нефелин-псевдолейцитовый [2, 3].

Целью работы является выявление петрохимических особенностей пород Сакунского плутона. В основу исследований были положены результаты рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) в количестве 9 штук. РФА выполнен в центре коллективного пользования «Аналитический центр геохимии природных систем» ТГУ.

Основным методическим подходом в исследовании является построение и анализ ряда классификационных диаграмм: TAS-диаграмма, диаграмма Харкера, диаграммы для определения серийной принадлежности $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})-\text{SiO}_2$, $(\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O})-\text{SiO}_2$ [4, 5].

На рисунке 1 а представлен фрагмент TAS-диаграммы. Положение фигуративных точек лежит в области щелочных пород и концентрируется в полях сиенитов, щелочных и фойдовых сиенитов и монцонитов. Общее снижение щелочности в исследуемых породах, связывается с явлением аутометасоматоза, который, в первую очередь, проявлен в процессе либнеритизации. Это подтверждается петрографическими исследованиями [2, 3].

Анализ диаграмм, позволяющих определить принадлежность пород к определенной серии (рис. 1б), показывает, что весь объем выборки относится к субщелочной и щелочной серии, аналогично результатам TAS-диаграммы. Ряд образцов относится к калиевой серии (рис. 1в), это обусловлено широким развитием фельдшпатоидов и, как следствие, преобладанием K_2O над Na_2O . Часть пуласкитов принадлежит к субкалиевой серии, что связано со снижением содержания K_2O на 4...5 %, по сравнению с мало измененными породами за счет активного развития либнерита [1–3]. Пара образцов фиксируется в пограничной области с K-Na сериями, что обусловлено развитием плагиоклазов [1–3]. Полученные результаты подчеркиваются петрографическими исследованиями [2].

Диаграммы Харкера были использованы с целью оценки эволюции состава расплава. При построении по оси абсцисс был использован индекс кристаллизации Куно – ИК = $(100 \cdot \text{MgO}) / (\text{MgO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ [3], а по оси ординат откладывались петрогенные оксиды MgO и SiO_2 (рис. 2).

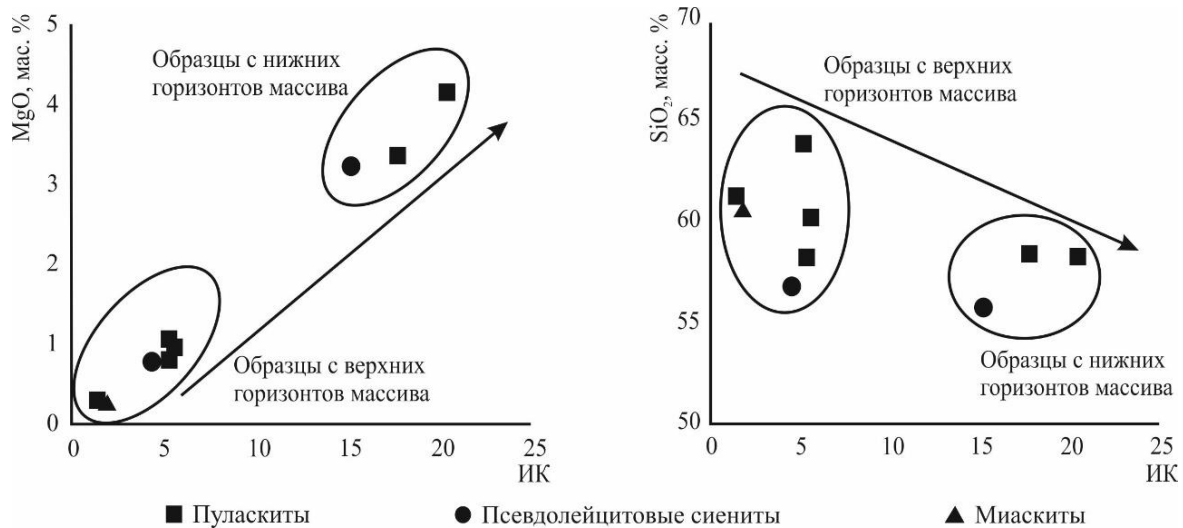


Рис. 2 Диаграммы Харкера для пород Сакунского плутона [3]

Как видно из рисунка 2, для MgO-ИК отмечается положительный тренд, а для SiO₂-ИК – отрицательный. Однако при интерпретации полученных зависимостей необходимо учитывать пространственное расположение исследуемых образцов. Так породы с более глубоких горизонтов более обогащены оксидом магния по сравнению с вышележащими породами в среднем в 2,5...4 раза. Содержание оксида кремния обнаруживает обратную зависимость, породы с более высоких горизонтов характеризуются более высокими содержаниями в среднем на 10 %. На основании этого можно сделать вывод, что по мере остывания расплава происходила кристаллическая дифференциация. В первую очередь образуются высокотемпературные минералы, которые частично локализуются в нижней части разреза. Это приводит к общему обеднению расплава феррическими элементами, что приводит к поступательному обогащению кремнекислотности. Это, в свою очередь, приводит к формированию калиевых минералов в верхней части массива.

Проведенные исследования подтверждаются литературными данными [1, 3]. Для массива на макроуровне отмечается общее уменьшение количества феррических минералов вверх по разрезу. При этом наблюдается как крупные ритмы (сложены какой-либо одной породой), так и тонкая полосчатость. Достаточно крутые углы падения, на фоне отсутствия ярко выраженного увеличения количества феррических минералов в нижней части каждого прослоя предположительно указывают на тот факт, что дифференциация происходила в процессе движения расплава, а не в магматической камере [1, 3].

В результате проведенных петрохимических исследований было установлено, что по общему химическому составу рассматриваемые породы классифицируются преимущественно, как сиениты и монцититы. Общее снижение щелочности объясняется процессами аутометасоматоза и либнеритизации. Анализ результатов РФА подтвердил кристаллизационную дифференциацию расплава, выраженную в разделении феррических и калиевых минералов.

Работа выполнена в рамках Госзадания Министерства Науки и высшего образования РФ (проект № 0721-2020-0041).

Литература

1. Базарова Т.Ю., Жидков А.Я., Костюк В.П., Орлова М.П., Панина Л.И. / Калиевый щелочной магматизм Байкало-Становой рифтогенной системы. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990. – 239 с.
2. Досжанов С.И. Геология и петрография Сакунского плутона (Восточное Забайкалье): выпускная бакалаврская работа по направлению подготовки: 05.03.01 – Геология. – Томск: [б.и.], 2020. – 32 с. URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vital:12343>.
3. Практическая петрология: методические рекомендации по изучению магматических образований применительно к задачам госгеолкарт. — СПб: Изд-во ВСЕГЕИ, 2017. – 168 с.
4. Шарпенко Л.Н., Костин А.Е., Кухаренко Е.А. TAS-диаграмма сумма щелочей — кремнезем для химической классификации и диагностики плутоновых пород // Регион. геология и металлогения. 2013. – № 56. – С. 40–50.

ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ ТЕЛЬБЕССКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Евсеев М.В.

Научные руководители: Т.Г. Татаревская, В.Е. Коноплева

Средняя общеобразовательная школа № 45, г. Прокопьевск, Россия

В 2021 году Кузбасс отмечает 300-летие своего образования. Название региона «Кузбасс» появилось ещё в 1842 году, в то время Пётр Александрович Чихачев писал: «Залежи каменного угля обнаруживаются уже на глубине нескольких метров на пространстве, охватывающем район, который я пробовал заключить под общим названием Кузнецкого угленосного бассейна, по имени города, расположенного в его южной части» [7]. В летний период, в

июле 2020 года учащиеся объединения «Юный геолог» ГДД(ю)Т им. Н.К Крупской и научного общества «Акварин», совершили полевую геологическую экспедицию на Тельбесское железорудное месторождение, для изучения его современного состояния. Первые известия о железных рудах на реке Тельбес относятся к 1858 году. Тельбесское месторождение эксплуатировалось с 1932 по 1942 год и сегодня оно считается полностью отработанным. Данный объект достаточно широко известен активной части населения Кемеровской области. Расположено месторождение на правом берегу р. Тельбес (на окраине одноименного посёлка), примерно в 6 км восточнее пос. Мундыбаш.

Тельбесская группа месторождений включает уже отработанные месторождения: Тельбесское, Одрабашское, Темиртауское, а также Сухаринское и Казское, которые осваиваются и в настоящее время. Тельбесская грабен-синклиналь выполнена отложениями более чем десяти разновозрастных свит. От верхнего протерозоя до позднего девона. Кембрийские отложения во всех месторождениях имеют более или менее одинаковое простирание, которое в восточной части района является широтным. В ходе экспедиции нами были найдены следующие минералы: гранаты (альмандин, андрадит, гроссуляр), магнетит, эпидот, кварц, аксинит. Особо можно выделить крупный кристалл альмандина (рис. 1) и маленькие кристаллы (рис. 2) хорошей огранки.



Рис. 1 Крупный кристалл альмандина

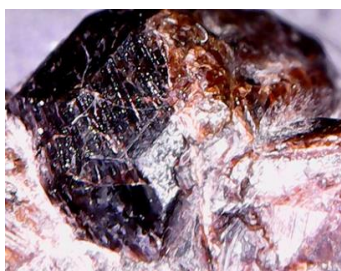


Рис. 2 Маленький кристалл альмандина



Рис. 3 Шлих под микроскопом под микроскопом

Цель исследований: изучение минералогического строения одного из старейших железорудных месторождений Кузбасса – Тельбесского и его экологические проблемы в данный период времени.

Задачи исследований: познакомиться по литературным источникам с историей открытия данного объекта; посетить объект, дать морфологическую характеристику карьера с фотосъёмкой на современном этапе; отобрать и описать представительные образцы минеральных разновидностей, для пополнения коллекции клуба «Юный геолог» и НОУ «Акварин»; произвести шлиховое опробование русла р. Тельбес самостоятельным анализом шлихов на присутствие в них золота; описать разновидности минералов, встреченные на данном карьере; составить коллекции минералогических образцов и руд; составить схему расположения горных выработок данного месторождения.

Изучая материалы геологического отчета [4], мы выяснили, что древнейшие отложения района представлены кембрийскими вулканогенными осадками мундыбашской свиты (рис. 3), образующие небольшие горсты. Наиболее значительная глыба, сложенная ими, занимает верхнюю часть течения речки Тельбес. Полоса кембрия шириной в 4,5 км протягивается от участка Сухаринских месторождений, причём на этом протяжении её пересекают р. Мундыбаш и р. Кондома. Данное месторождение имеет скарный генезис, поэтому и набор минералов в нем достаточно типичен для такого типа месторождений. Это широкое развитие минералов группы гранатов, магнетит, эпидот и другие минералы. Скарны – это контактово-метасоматические горные породы, образованные на границе известняков и магматических интрузий [1]. То есть, когда в толщу осадочных пород карбонатного состава (в данном случае известняков) внедряется кислая магма, на месте их соприкосновения происходит химическая реакция с взаимным обменом вещества. В результате на контакте образуется новое вещество (горная порода) со своим набором минералов, которых не было ни в материнской породе, ни во внедрившейся остывающей магме. Так, например, минералы группы гранатов относятся к классу силикатов, основной составляющей частью которых являются кремний (Si) и кислород (O). Сюда относится обширная группа с общей формулой $A_3B_2[SiO_4]_3$, где $A = Mg, Fe^{2+}, Mn^{2+}, Ca$ и $B = Al, Fe^{3+}, Mn^{3+}$ [1]. Название происходит «гранат» происходит от латинского слова «гранатус» – подобный зёрнам. Ярко красные разновидности граната действительно напоминают зерна плода гранатового дерева. Для гранатов чрезвычайно характерны кристаллы – 12-гранники (додекаэдры). Цвет гранатов варьирует весьма широко. Блеск жирный, стеклянный, иногда близкий к алмазному. Твердость 6,5...7,5. Спайность несовершенная.

Из найденных нами гранатов представляем следующие образцы: альмандин, андрадит, гроссуляр и шорломит. Определение разновидностей гранатов производилось визуально, ориентируясь, в основном, на цвет минерала и просмотр под микроскопом, хотя точное название можно дать, лишь имея данные химических анализов, что в нашем случае было недоступно.

Альмандин – минерал красного, буро-красного цвета с составом $Fe_3Al_2[SiO_4]_3$. Название получил по местности Алабанда. В нашем случае, это хорошо огранённые кристаллы небольшого размера до 3 мм, редко 5...6 мм (рис. 3), найденные в северо-восточной части карьера, либо сплошная альмандиновая масса с неразличимыми кристаллами.

Андрадит – минерал красновато-бурого цвета (темнее альмандина) с сильным алмазным блеском, химический состав $Ca_3Fe_2[SiO_4]_3$. Назван по имени португальского минералога д'Андрада, описавшего в 1800 г. Магнетит ($FeFe_2O_4$) – непрозрачный минерал железо-черного цвета, очень тяжелый ($5,2 \text{ г/см}^3$), с несовершенной

спайностью, полуметаллическим блеском и сильными магнитными свойствами, что позволяет легко выделить его среди похожих минералов. Магнетит на карьере, как правило, представляет собой мелкозернистый агрегат, изредко встречаются мелкие кристаллики, которые имеют октаэдрическую форму. Нами также были изучены и другие минералы, встреченные на месторождении, такие как эпидот, кальцит, кварц, галенит и другие.

В конце 90-х годов прошлого века коллектив юных геологов проводил исследования по заданию производственной геологической партии в районе месторождения Одрабаш (2 км от Тельбеса). Ими были обнаружены знаки золота в шлихах опробованных левых притоков р. Тельбес. Эта информация была использована производственниками в направлении дальнейших работ в этом районе. Нами было проведено шливовое опробование, промывку вели до «черного» шлиха (рис. 3). При осмотре шлихов под микроскопом мы увидели большое количество зёрен магнетита и гранатов, знаки золота нами обнаружены не были. Это может говорить о том, что генетической связи золота со скарнами месторождения нет, либо нужны более детальные целенаправленные его поиски.

Из прочих наблюдений можно также отметить большую флору близ Тельбесского железорудного месторождения и находки металлических предметов (рис. 4), изготовленных 100 лет назад для хозяйственных нужд рудника (болты разного размера, шило, обломки трубок и части каких-то кругов, спиралей). Так же нами была составлена схема штолен (рис. 5). Расстояния измерялись шагами и позднее переводились в метры, а азимутальные направления определялись с помощью компаса.



Рис. 4 Металлические предметы

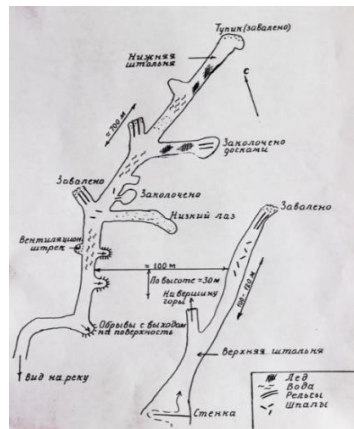


Рис. 5 Схема штолен

Итогом нашей экспедиции является создание коллекции образцов для музея клуба «Юный геолог» и НОУ «Аквамарин» МБОУ «Школа 45». Поскольку информация будет храниться в наших научных обществах, то данные описания и составленная схема подземных выработок могут быть использованы любыми туристическими коллективами для ознакомления и практического применения.

Литература

1. Бетехтин А.Г. Курс минералогии, М. Государственное издательство геологической литературы, 1951. – 552 с.
2. Геологический словарь. – М.: Недра, 1978. – Т. 2. – 456 с
3. Захарова Е.М. Шлиховой метод поисков полезных ископаемых. – М.: Недра, 1989. – 44 с.
4. Михайлов В.Н., Трубочанов А.Д. и др. Геологическое прошлое Кузнецкого бассейна и окружающих его структур, М.: Из-во АСШТ, 2000. – 76 с.
5. Мясников А.А., Яценко И.С. Восточная группа магнетитовых месторождений Тельбесского района. – ТГФ, 1931. – 36 с.
6. Усов М.А. Тельбесский железорудный район. Историко-геологический очерк. // Известия Сиб. отд. Геолкома, Томск. – 1927.
7. Шаров Г.Н., Надлер Ю.С. Заповедные геологические памятники Кемеровской области – Новокузнецк, ООО «ГеоКон», 2001. – 159 с.

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ И ГЕНЕЗИС АКЦЕССОРНОГО ПРИОРИТА В ЛЕЙКОГРАНИТАХ АЛЕЙСКО-ЗМЕИНОГОРСКОГО КОМПЛЕКСА (СЕВЕРО-ЗАПАДНАЯ ЧАСТЬ РУДНОГО АЛТАЯ)

Калинина Н.А.

Научный руководитель - доцент К.Л. Новоселов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Магматические образования средне-позднедевонского возраста, развитые в северо-западной части Рудного Алтая представляют полифазный алейско-змеиногорский магматический комплекс. В состав комплекса входят Новониколаевский, Алейский и Устьянский гранитоидные массивы, расположенные в пределах северной части Алейского поднятия между девонскими вулканогенными прогибами.

Новониколаевский массив локализован в северной периферии Алейского поднятия. В строении массива выделены породы пяти фаз внедрения, из которых наиболее распространены породы второй, третьей и четвертой фаз. Породы первой фазы представлены небольшими телами интенсивно метаморфизованных габброидов и диоритоидов. Породы второй (главной) фазы внедрения образуют отдельные массивы и крупные поля. Среди пород второй фазы наиболее распространены кварцевые диориты, тоналиты и плагиограниты. Основными породами третьей фазы внедрения являются лейкоплагиограниты. Породы четвертой фазы широко распространены и слагают крупные штоки лейкогранитного состава [4].

Методика. Изучение искусственных шлихов, сканирующая электронная микроскопия. Химический состав зерен определен на электронном сканирующем микроскопе Tescan Vega 3 SBU с приставкой ЭДС Oxford.

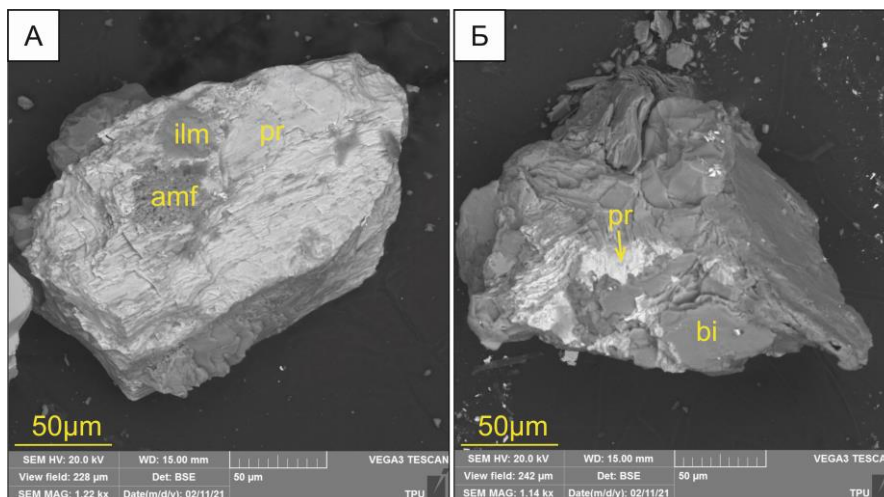


Рис. 1 СЭМ – снимок приорита; изображение в обратно-рассеянных электронах; *pr* – приорит, *ilm* – ильменит, *amf* – амфибол, *bi* – биотит

В результате изучения искусственных шлихов в лейкогранитах IV фазы обнаружен редкий акцессорный минерал – приорит $Y(Nb,Ti)_2O_6$. Единичные зёрна встречены в электромагнитной фракции в виде небольших, угловатых, удлинённых зёрен размером около 200 мкм в длину. Окраска – буро-оранжевая, блеск смоляной, излом неровный. Минерал образует сростания с ильменитом, биотитом, амфиболом (рис. 1). В составе минерала участвуют преимущественно средние и тяжёлые редкоземельные элементы и торий (табл. 1). Кристаллохимическая формула [2]: $(Y_{0,65}Nd_{0,07}Sm_{0,04}Gd_{0,03}Dy_{0,06}Er_{0,05}Yb_{0,04}Th_{0,03})_{0,98}(Ti_{1,99}Nb_{0,09}Fe_{0,20})_{2,28}O_6$. Данные анализов (табл.) показывают недостаток суммы, и если предположить присутствие в составе воды, которая анализом не устанавливается, минерал может оказаться ещё более редким иттрокразитом $(Y,Th)Ti_2(O,OH)_6$. Приорит встречен только в одной пробе лейкогранитового штока IV фазы внедрения, в апикальной его части (рис. 2).

Таблица

Химический состав приорита

TiO ₂	Fe ₂ O ₃	Y ₂ O ₃	Nb ₂ O ₅	Nd ₂ O ₃	Sm ₂ O ₃	Gd ₂ O ₃	Dy ₂ O ₃	Er ₂ O ₃	Yb ₂ O ₃	ThO ₂	Сумма
38,84	9,14	21,05	3,48			1,12	1,78	2,22	1,89		91,86
49,5	2,08	22,88		3,42	2,30	3,47	2,89				90,52
52,66		31,6				1,75	3,80	2,7	3,22		95,73
47,28	2,82	16,82	2,19			1,11	3,27	2,64	2,69	0,39	83,91
50,44		16,87				1,93	3,78	2,74	2,70		78,46
Среднее											
47,27	4,87	22,31	3,73	3,42	2,30	1,88	3,1	2,58	2,42	2,13	96,00

Приорит – редкий акцессорный минерал гранитных пегматитов, пневматолито-гидротермальных метасоматических образований и некоторых гранитоидов [3]. Особенность алейско-змеиногорских гранитоидов заключается в отсутствии их пегматитов, собственно пегматитовый этап, как следующий за магматическим, не получил развития. Как уже отмечалось [1], акцессорные минералы, присущие гранитным пегматитам, встречаются в апикальных и краевых частях гранитоидных тел. Вероятно, связано это с тем, что на завершающей стадии формирования гранитных интрузивов накапливался остаточный раствор, обогащённый Nb, Ti, Y, TR и другими элементами, обуславливающими минерализацию последующих пегматитовых образований. Не имея возможности реализоваться в пегматитовом процессе, такие растворы в апикальных и апикально-краевых частях интрузивов обусловили интенсивный автометасоматоз, в результате которого типичные пегматитовые минералы (ильменорутил, скандистый ферроколумбит, уран-ториевый редкоземельный ксенотим [1]) сформировались в гранитоидных телах. Появление в гранитах акцессорного приорита обусловлено такой же автометасоматической переработкой гранитного интрузива растворами, насыщенными пегматофильными элементами.

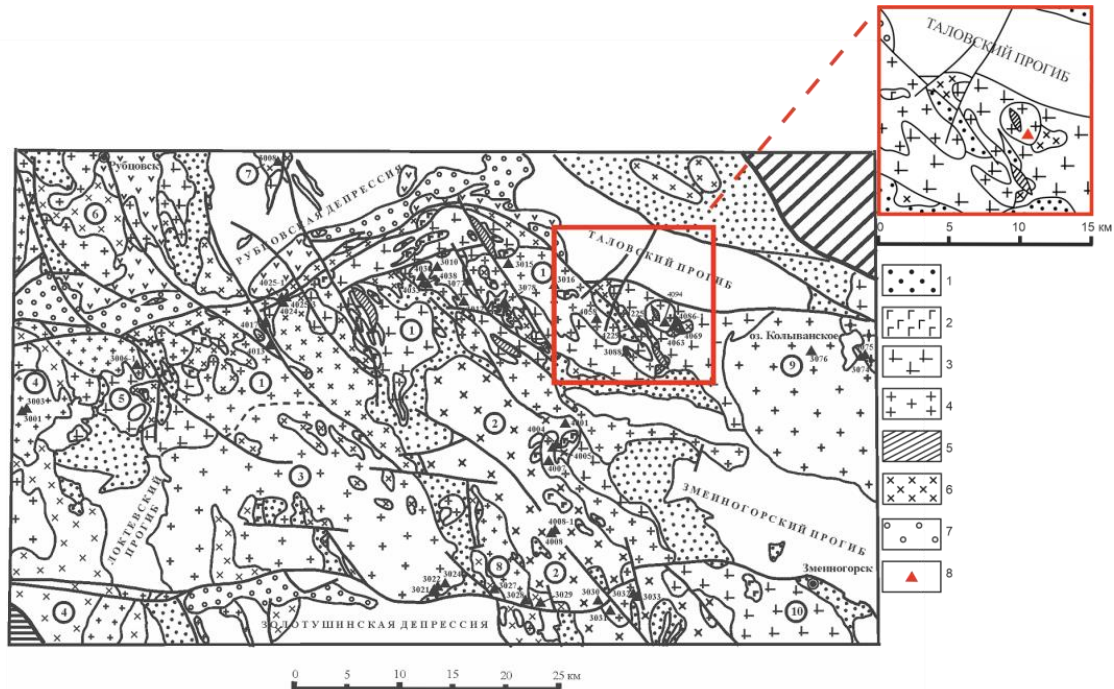


Рис. 2 Схема геологического строения северной части Алейского поднятия Рудного Алтая:
 1 – терригенный комплекс основания Рудно-Алтайской зоны; породы змеиногорского комплекса;
 2 – габброиды и диоритоиды ранней фазы, 3 – лейколагнограниты третьей фазы,
 4 – лейкограниты четвертой фазы, 5 – калиевые лейкограниты пятой фазы; 6 – интрузивные
 образования средне-позднекаменноугольного волчихинского комплекса,
 7 – приразломные прогибы аккреционно-коллизивной и позднеколлизивной стадии,
 8 – пункт отбора пробы, содержащей приорит [1]

Шток лейкогранитов, содержащих приорит, прорывает все предшествующие фазы и сам прорывается породами пятой фазы внедрения. Такое взаиморасположение указывает на существование подводящего канала внедрения расплавов нескольких последовательных фаз. Более того, данный канал продолжал действовать в средне-позднекаменноугольное время, когда здесь же внедрились небольшие тела ранних фаз последующего волчихинского комплекса. Приуроченность лейкогранитов к долгоживущему питающему каналу обусловила появление только в этих телах редких аксессуарных минералов, обогащённых редкоземельными, радиоактивными элементами, поступавшими непосредственно из первичной магматической камеры.

Литература

1. Новосёлов К.Л. Аксессуарные ниобий-танталовые минералы Алейского гранитного массива (СЗ Рудного Алтая) // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ]. Инжиниринг георесурсов / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – 2020. – Т. 331. – № 2. – С. 29–37.
2. Булах А.Г. Расчет формул минералов. – Москва: Недра, 1964. – 132 с.
3. Минералы (справочник). Сложные окислы, титанаты, ниобаты, танталаты, антимонаты, гидроокислы / под ред. Ф.В. Чухрова, Э.М. Бонштедт-Куплетской. – М.: Наука, 1967. – Т. II. – Вып. 3. – С. 375.
4. Петролого-геохимические особенности девонских гранитоидов северо-западной части Рудного Алтая [Электронный ресурс] / Ю.А. Туркин, К.Л. Новосёлов // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ] / Томский политехнический университет (ТПУ). – 2012. – Т. 321. – № 1: Науки о Земле. – С. 5–15.

ПЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОРОД РАССЛОЕННОГО МАФИТ-УЛЬТРАМАФИТОВОГО КАРАШАТСКОГО МАССИВА (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ ТЫВА)

Ковылина В.С.

Научный руководитель - профессор А.И. Чернышов

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Данный объект исследования является Карашатский мафит-ультрамафитовый массив, который представляет собой кумулятивный фрагмент Южно-Тувинского офиолитового пояса [1]. Массив имеет псевдорасслоенное строение и сложен ультрамафитами и мафитами. Ультрамафиты представлены дунитами, верлитами и клинопироксенитами. Габброиды представлены многочисленными разновидностями, которые различаются по минералогическому составу и структурным признакам, наибольшим распространением среди них пользуются оливиновые габбро [2].

Цель работы заключалась в петрографическом изучении пород, их типизации, а также выявлении геохимической специализации главных типов пород.

Дуниты представляют собой грубозернистые породы. Породы практически мономинеральные с небольшой примесью хромшпинелида (до 5 %). Под микроскопом породы обнаруживают гетерогранобластовую структуру с фрагментами порфиробластовой (рис., а). Оливин образует субизометричные и округлые зерна с плавными извилистыми границами, их размер составляет 1...4 мм. Иногда встречаются порфиробластовые индивиды, размер которых достигает до 10 мм. В зернах оливина нередко проявляются признаки пластических деформаций, которые обуславливаются волнистым погасанием и наличием хаотичных полос пластического излома. По трещинкам оливина наблюдаются мелкие петельчатые жилки серпентина, представленного лизардитом. Порода неравномерно насыщена вкрапленными зернами хромшпинелида. Они окрашены в черный цвет в следствие замещения их магнетитом. Форма субизометричная, иногда эвгедральная, размер менее 1 мм. В породе отмечаются участки с очень мелкой вкрапленностью дендритовидного магнетита.

Верлиты имеют среднезернистую структуру. Они сложены оливином ~ 65 % и клинопироксеном ~ 30 %, хромшпинелиды менее ~ 5 %. Под микроскопом для породы устанавливается гетерогранобластовая структура (рис., б). Оливин представлен субизометричными, эллипсоидальными и шестиугольными формами с плавными и округлыми границами. Их размер колеблется от 1 до 5 мм. Они обычно не деформированы, но иногда обнаруживают единичные полосы пластического излома со слабоволнистым погасанием. Некоторые индивиды оливина замещаются серпентином. Клинопироксен, преимущественно, образует субизометричные, таблитчатые формы с размером 2...5 мм. В них проявляется слабо выраженное неоднородное погасание и простые двойники. В породе встречаются редкие субизометричные зерна черного и темно-коричневого цвета рудного минерала – хромшпинелида, размер которых не достигает 1 мм.

Клинопироксениты имеют крупнозернистую структуру. Основным минералом породы является клинопироксен с примесью хромшпинелидов до 5 %. Под микроскопом отчетливо проявляется порфиробластовая структура (рис., в). Индивиды клинопироксена в порфиробластах представлены в виде таблитчатых, удлинённых и субизометричных зерен с размерами до 5 мм. В основной массе зерна минерала имеют слабоудлинённую форму с размерами менее 0,5 мм. В зернах клинопироксена отчетливо выделяется призматическая спайность. Хромшпинелиды встречаются в виде черной равномерной вкрапленности мелких неправильных зерен с размерами менее 0,3 мм.

Оливиновое габбро имеют среднезернистую структуру. Для оливинового габбро характерен следующий количественно-минералогический состав: моноклинный пироксен ~ 55 %, плагиоклаз ~ 30 %, оливин ~ 10 %, рудные минералы ~ 5 %. Под микроскопом для габбро устанавливается габбровая структура (рис., г). Моноклинный пироксен – основной минерал породы, он наблюдается в виде таблитчатых и удлинённых зерен, их размер обычно до 4 мм, иногда до 7 мм. Нередко замещается уралитом. Зерна оливина выражены субизометричными формами, которые разбиты многочисленными трещинками. Размер зерен от 1 мм до 5 мм. Зерна оливина часто интенсивно замещаются агрегатами боулингита, которые при одном никеле имеют фисташковый цвет. Плагиоклаз представлен субизометричными либо таблитчатыми по форме зернами. Размер варьирует от 1 до 3,5 мм. По плагиоклазу нередко развивается крупночешуйчатый серицит. Плагиоклаз по углу симметричного погасания двойников (30°) соответствует лабрадору № 55. В матрице породы, рудный минерал представлен вкрапленностью мелких зерен магнетита с максимальными размерами до 0,5 мм.

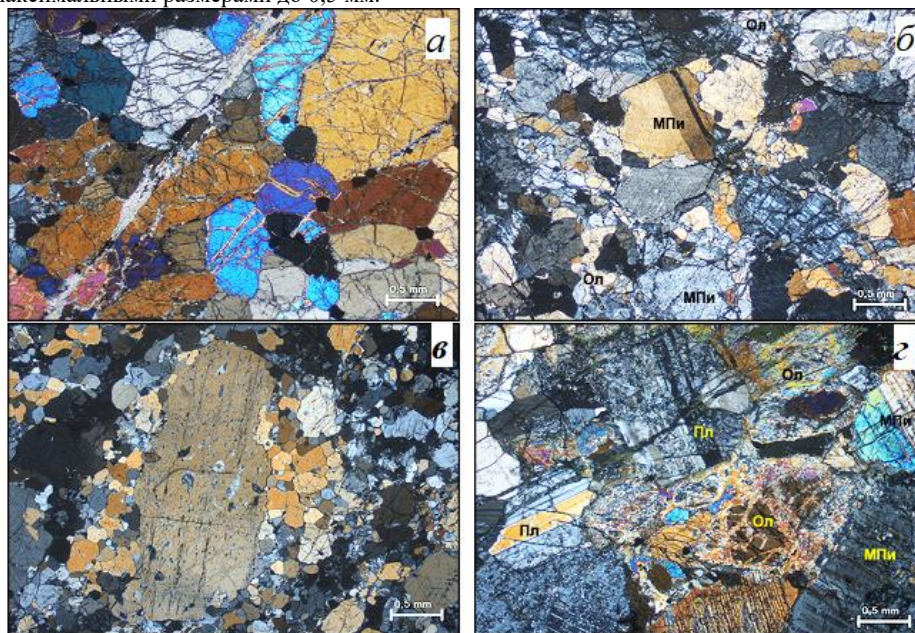


Рис. Фотографии шлифов пород Караитатского массива:
 а – дунит, структура гетерогранобластовая, б – верлит, структура гетерогранобластовая,
 в – клинопироксенит, структура порфиробластовая, г – оливиновое габбро, структура габбровая.
 Ол – оливин, МПи – моноклинный пироксен, Пл – плагиоклаз. Никели срещенные

Анализ распределения элементов примесей в главных типах пород позволил установить тенденции изменения их содержания в зависимости от природной принадлежности. В ряду пород дуниты-верлиты-клинопироксениты-габбро установлены следующие тренды (табл.). Содержание Cr максимальное в дунитах и затем в этом ряду убывает до минимального в габбро. Содержания Ni и Co максимальные в дунитах, затем уменьшаются к верлитам и становятся минимальными с примерно равными содержаниями в клинопироксенитах и габбро. Содержания Ti, V и Sc минимальные в дунитах. Они резко возрастают в верлитах, затем незначительно уменьшаются к клинопироксенитам и габбро. Содержания Ga, Cs возрастают в ряду дуниты-верлиты-клинопироксениты-габбро.

Таблица

Распределение элементов примесей в ультрамафитах и габброидах (г/т)

Порода	Дунит	Верлит	Клинопироксенит	Оливиновое габбро
Cr	4507	1367	968,0	358,7
Ni	879,4	267,9	143,4	153,1
Ti	47,50	575,1	420,8	429,8
Co	160,9	103,2	72,01	82,57
V	30,34	206,1	179,9	157,5
Sc	6,741	73,13	82,25	57,84
Ga	0,869	2,204	2,722	11,25
Cs	0,027	0,116	0,200	0,231

В результате проведенного детального петрографического изучения установлены главные типы пород, слагающие Карашатский массив. Они сложены, главным образом, ультрамафитами и мафитами, которые представляют собой кумулятивный комплекс офиолитовой ассоциации. Ультрамафиты представлены дунитами, верлитами и клинопироксенитами, а габброиды – оливиновым габбро. Анализ распределения элементов примесей показал, что их содержания определяются природной принадлежностью, которая в свою очередь отражает последовательность образования пород в ряду дуниты-верлиты-клинопироксениты-габбро.

Литература

1. Волохов И.М., Иванов В.М., Оболенская Р.В. Карашатский базит–гипербазитовый плутон – еще одно проявление габбро–пироксенит–дунитового формационного типа в Туве // Проблемы магматической геологии. Новосибирск: Наука, 1973. – С. 63–65.
2. Добрецов Н.Л., Молдаванцев Ю.Е., Казак А.П. и др. Петрология и метаморфизм древних офиолитов на примере Полярного Урала и Западного Саяна. Новосибирск: Наука, 1977. – 223 с.

ПРИРОДА ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ВУЛКАНОГЕННЫХ ПРОСЛОЕВ В ОТЛОЖЕНИЯХ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО ОСАДОЧНОГО БАСЕЙНА

Кондрашова Е.С.^{1,2}

Научный руководитель - профессор С.И. Арбузов¹

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

²Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа, г. Томск, Россия

При изучении отложений баженовской свиты в центральной и юго-восточной части Западно-Сибирского осадочного бассейна выявлены люминесцирующие в ультрафиолетовом освещении (УФ) прослои мощностью от 0,2 см до 45 см. Выделенные прослои характеризуются ярким желтым, оранжево-желтым свечением разной интенсивности (от слабой до сильной), но при этом отчетливо выделяются на фоне «обычных» пород свиты. Выявленные люминесцирующие прослои по комплексу признаков (цвет, мощность, текстура) разделены на две группы. I группа представляет собой прослои мощностью 0,2...1,5 см (рис. 1, а). II группа – ритмичное переслаивание с суммарной мощностью 5...45 см, состоящее из тонких люминесцирующих слоев и слоев без свечения, обогащенных органическим веществом (рис. 1, б). В пределах разреза одной скважины нередко отмечается одновременное нахождение прослоев разных групп.

По результатам ранее проведенных исследований проведена типизация выявленных прослоев по минеральному составу. Прослои I группы отнесены к глинистому типу, прослои II группы – к кремнистому. Изучение минерального состава, особенностей строения и структурно-текстурных признаков выделенных горизонтов позволили определить природу их образования как вулканогенно-пирокластическую [2, 3].

Целью настоящей работы является выяснение природы люминесценции изучаемых прослоев.

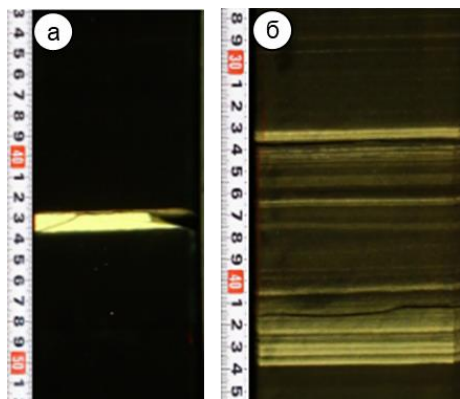


Рис. 1 Люминесцирующие прослои в отложениях баженовской свиты. **а** – I группа прослоев (глинистый тип), **б** – II группа прослоев (кремнистый тип). Фотографии в УФ свете

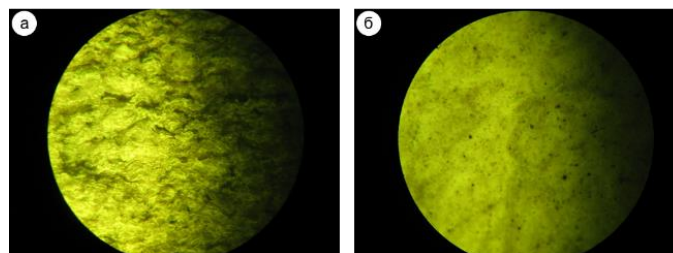


Рис. 2 Фотографии образцов изучаемых прослоев в люминесцентном микроскопе: **а** – I группа прослоев (глинистый тип), **б** – II группа прослоев (кремнистый тип)

Исследование на люминесцентном микроскопе показало, что свечение пород имеет площадной характер распространения и равномерное распределение среди основной массы (рис. 2).

На начальных этапах исследования характер и природа свечения люминесцирующих прослоев связывались либо с наличием свободных углеводородов (УВ) (в виде нефтенасыщения), либо с возможным присутствием в породах карбонатного материала. Для подтверждения причины свечения за счет наличия УВ было проведено экстрагирование образцов из изучаемых прослоев в куске породы и порошке. После экстрагирования в разных растворителях свечение не исчезло и был сделан вывод, что оно не связано с присутствием УВ.

Помимо углеводородов свечение в УФ свете может вызывать карбонатизация пород в различной степени. Однако по результатам рентгенофазового анализа в составе исследуемых образцов содержание карбонатных минералов не превышает 5 % [2]. Такое низкое содержание карбонатов не может объяснить площадной характер свечения.

Также для выяснения причин свечения был произведен ступенчатый нагрев образцов каждого типа прослоев в порошке в диапазоне 200...400° С с последующим фотографированием в дневном и ультрафиолетовом свете. На всем этапе прокаливая отмечено изменение в интенсивности свечения вплоть до его полного исчезновения. Свечение для пород кремнистого типа исчезает после нагрева в 300° С, а для глинистого типа при 400° С. Исчезновение свечения при разных температурах предположительно связывается с особенностями минерально-компонентного состава. До и после прокаливания проводился рентгенофазовый анализ каждого образца для наблюдения за изменениями минерального состава. При сравнении полученных дифрактограмм выявлено, что после прокаливания породы не изменили свой минеральный состав.

Таким образом, предполагается, что люминесценция не связана с минеральным составом пород, а может быть связана с органическим веществом и/или его компонентами или же с металл-органическими комплексами, входящими в состав пород. Прокаливание породы могло привести к разрушению связей органического вещества с минеральными компонентами, что привело к исчезновению люминесценции.

После обработки образцов каждого типа прослоев соляной и плавиковой кислотами для удаления минеральной части также отмечено исчезновение свечения, что, предположительно, связано с разрушением связей органического вещества с минеральными компонентами породы.

Данные прокаливания совпадают с результатами проведенной термогравиметрии и дифференциально-сканирующей калориметрии. Для всех типов пород характерно наличие двух основных стадий, связанных с потерей массы и экзотермическими процессами. В диапазоне до 200° С происходит удаление несвязанной и кристаллогидратной воды, а также очень легких компонентов органического вещества. Вторая стадия наблюдается в диапазонах температур 350...650° С. Эта область характерна для разложения органического вещества (окисления / выгорания), при этом наблюдается одновременно потеря массы (от 7 до 16 %) и экзотермический эффект.

По результатам проведенной рентгенолюминесценции выяснилось, что свечение не связано с кристаллической структурой, т.е. центры люминесценции не находятся в кристаллических решетках минералов, и не обусловлено структурными дефектами минералов. В спектрах фотолуминесценции появляются полосы излучения в видимом диапазоне (500...600 нм). Отсутствие этого излучения при рентгеновском возбуждении (рентгенолюминесценции) свидетельствует о том, что центры, ответственные за это свечение, по-видимому, слабо взаимодействуют с кристаллической решеткой и являются автономными образованиями. Такими образованиями могут быть примесные органические молекулярные центры типа MO_m^n , PO_2^- , NO_2^- и др. [4].

Для подтверждения причины свечения за счет органического вещества и/или наличия в образцах органоминеральных молекул была проведена инфракрасная спектрометрия. При анализе ИК-спектров определено наличие азотсодержащих соединений – первичных и вторичных аминов и их родственных соединений. Данные соединения отражаются в интервалах 3500...3100 и 1700...1600 cm^{-1} и соответствуют первые – валентным связям, вторые – деформационным связям. В изучаемых прослоях связи в области 3500...3100 cm^{-1} отсутствуют, либо

проявлены очень слабо. Рассматривая деформационные связи, в виде вторичных аминов было обнаружено, что они регистрируются со смещением в область ИК-спектра с малыми волновыми числами, т.е. в область неорганических и металлоорганических соединений. Все виды соединений вторичных аминов проявляются на полосах 1662, 1650, 1640, 1628 см⁻¹ с дуплетом на 1645 и 1612 см⁻¹.

Источником свечения (люминесцирования) могут быть химические соединения с участием азота, т.е. либо белки, либо их производные в геополимерах или порфиринах. Часто азо-соединения используются в качестве люминесцентных индикаторов [1].

Предполагается, что при постседиментационных процессах преобразования отложений в резко восстановительных условиях (что характерно для формирования пород баженовской свиты) с учетом поступления реакционноспособного пирокластического материала часть азота (азотистых соединений) остается в органических структурах керогена, а другая переходит в иловые воды в виде иона аммония (NH₄) и других азотсодержащих соединений. Сохранению азота в водах благоприятствуют застойность и восстановительные условия. Высвободившийся азот и его соединения могли захватываться путем адсорбции минеральными компонентами породы.

Таким образом, по результатам проведенного комплекса исследований причина свечения связывается с органическим веществом и/или его компонентами и с особенностями их преобразования в условиях «ураганного» поступления пирокластического материала при резкой смене условий в иловых водах, что привело к разложению органических компонентов осадка с появлением азотных форм связей, унаследованных от строения биоты в виде реликтовых форм соединений.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-35-90008.

Литература

1. Божевольнов Е.А. Люминесцентный анализ неорганических веществ. – М.: Изд-во «Химия», 1966. – 416 с.
2. Кондрашова Е.С. Минералогия, геохимия и природа свечения люминесцирующих прослоев баженовской свиты Западно-Сибирского осадочного бассейна // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – Томск, 2020. – Т. 331. – № 8. – С. 123–135.
3. Кондрашова Е.С. Вулканогенные прослои в баженовской свите Западно-Сибирского осадочного бассейна // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – Томск, 2021. – Т. 332. – № 3. (в печати).
4. Таращан А.Н. Люминесценция минералов. – К.: «Наук. Думка», 1978. – 296 с.

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЗМА БЛЕКЛЫХ РУД УЧАСТКА ЭМИ СВЕТЛИНСКОГО ЭПИТЕРМАЛЬНОГО РУДНОГО ПОЛЯ (ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ)

Левочская Д.В.^{1,2}, Лесняк Д.В.^{1,2}, Якич Т.Ю.²

Научный руководитель - профессор А.К. Мазуров

¹Хабаровский филиал АО «Полиметалл УК», г. Хабаровск, г. Томск, Россия

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Светлинское эпитеpмальное рудное поле расположено в южной части Охотского района Хабаровского края в Ульяновском прогибе Охотской ветви Охотско-Чукотского вулканогенно-плутонического пояса, выполненном меловыми вулканогенно-осадочными породами [4]. Ульяновский прогиб осложнен позднемеловыми вулканическими структурами, к числу которых принадлежит Секчинская вулкано-тектоническая депрессия (50×28 км), к юго-западной части которой приурочено рудное поле Светлое [7]. В этом районе широко развита разрывная тектоника. Выделяются региональные разломы северо-восточного простирания (продольные по отношению к Охотско-Чукотскому поясу), к числу которых принадлежит Дюльбакинский разлом, проходящий по площади рудного поля. Синвулканические разломы, ограничивают и осложняют кольцевые вулканоструктуры. К последним тяготеют субвулканические и интрузивные тела, поля гидротермально-измененных пород [6].

Площадь Светлинского рудного поля сложена метасоматически измененными позднемеловыми вулканитами кислого состава уражской свиты и несогласно залегающими на них вулканитами среднего состава хетанинской свиты. Промышленное золотосеребряное оруденение установлено на участках Елена, Тамара, Людмила, Лариса и Эми. Рудные запасы Светлинского рудного поля на 01.01.2020 оценены в 435 тысяч унций золота при среднем содержании 2.6 г/т и 0.6 миллиона унций серебра при среднем 4 г/т; минеральные ресурсы – 133 тысячи унций золота (2.4 г/т) и 0.2 миллиона унций серебра (3 г/т) соответственно [9]. При этом наиболее разнообразная рудная минерализация, в пределах которой помимо пирита широко развиты блеклые руды переменного состава, ассоциирующие с теллуридами золота и серебра приурочена к участку Эми, что и послужило причиной выбора объекта данного исследования.

В пределах участка Эми околорудные изменения вмещающих пород представлены вторичными кварцитами и иллитовыми аргиллизитами [7]. Метасоматиты имеют интенсивную дифференциацию, выраженную в чередовании как крупных зон типичных разновидностей кварцитов и аргиллизитов, так и узких зон (в масштабе от долей до первых метров) с различным соотношением филлосиликатов. Рудные залежи имеют линзо-, плитообразную форму с простиранием в северных румбах и падение на восток под углом 55°.

Для установления вертикальной изменчивости химизма блеклых руд в разрезе скважин был опробован керн 4 скважин и отобраны сколковые пробы с бортов карьера участка Эми. Отбор проб производился из скважин,

характеризующих типовой разрез рудной зоны, с интервалами, не превышающими 3 м. Для отобранной серии пород на базе Томского политехнического университета выполнены минераграфический и петрографический анализы 60 полированных шлифов и 50 аншлифов при помощи оптического микроскопа ZEISS Axio Imager.A2m и сканирующего электронного микроскопа TESCAN VEGA 3 SBU с локальным энергодисперсионным анализом приставки фирмы OXFORD X-Max 50 с Si/Li кристаллическим детектором.

Блеклые руды являются широко распространённой группой минералов эпitherмальных месторождений золота и могут выступать чувствительным индикатором составов исходных растворов, участвовавших при формировании месторождений. Учитывая способность блеклых руд образовывать твёрдые растворы, они являются подходящим петрогенетическим инструментом определения среды минералообразования [1–3, 5, 10].

В результате проведенных исследований отмечена вертикальная зональность блеклых руд в пределах глубин 31.6...110 м одной из наиболее детально изученной скважины участка Эми. В приповерхностных условиях на глубинах 31.6...38.2 м преобладающей разностью является тетраэдрит с примесью серебра. В совместной минеральной ассоциации находится аргентотетраэдрит ($Ag_{8.65}Fe_{1.83}Cu_{1.28}Zn_{0.62})(Sb_{2.35}As_{1.59})S_{13}$. В целом, блеклые руды теннантит-тетраэдритовой ряда, содержащие серебро развиты преимущественно в интервале глубин до 62.0 м от поверхности. При этом серебросодержащие блеклые руды образуют два отдельных поля составов по содержанию сурьмы – мышьяково-теллуристые разности (3.94...6.11 вес.% Sb) и тетраэдритовые (14.55...21.34 вес.% Sb) соответственно. Блеклые руды с низким содержанием сурьмы развиты преимущественно на глубинах 38.2...62.0 м, в то время как тетраэдритовые разности преобладают на глубине 31.6 м. При этом отмечается положительная корреляционная связь между повышением содержания серебра и увеличением количества сурьмы, наиболее значимая зависимость объясняется появлением аргентотетраэдрита на глубине 31.6 м.

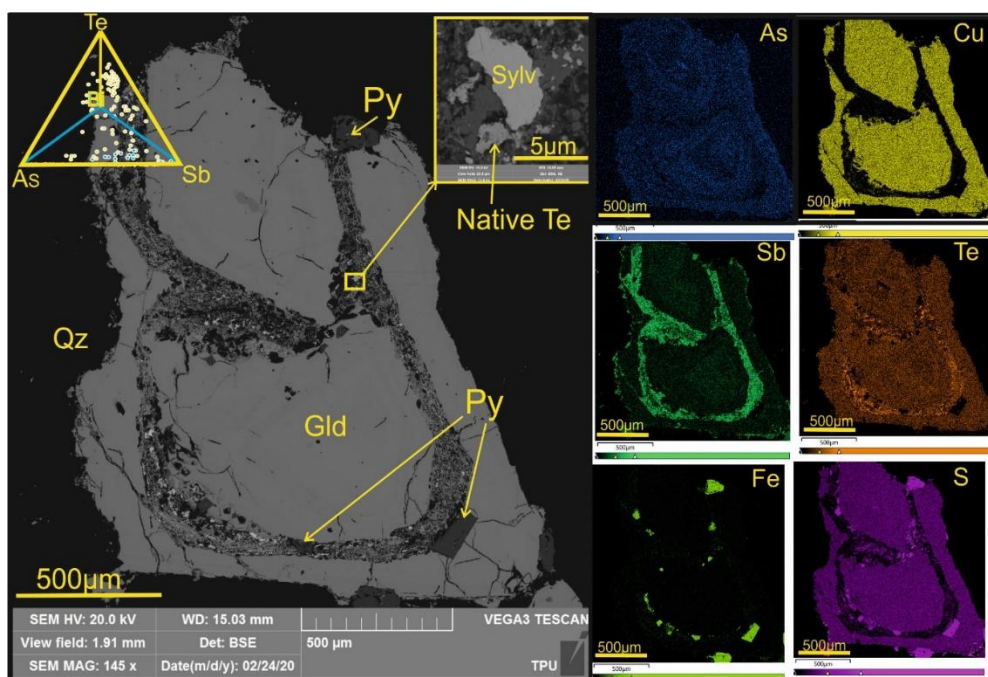


Рис. Зональные кристаллы голдфилдита (Gld) в ассоциации с пиритом (Py) в кварце (Qz) (участок Эми, гл. 46.4 м). Зоны роста являются ловушками для наложенной теллуридной минерализации: сильванита (Sylv) и самородного теллура (Native Te). Диаграмма состава As-Sb-Bi-Te голдфилдита и теллуросодержащих разновидностей теннантит-тетраэдритовой группы. Карта элементного состава голдфилдита с использованием ЭДС анализа сканирующего электронного микроскопа. СЭМ-снимки сделаны в обратно-отраженных электронах

В интервале глубин 38.2...46.5 м преобладающей блеклой рудой является голдфилдит ($Cu_{9.93-12.0}, Fe_{0.0-1.74}, Ag_{0-0.36})(Te_{1.41-2.68}, Sb_{0.0-2.54}, Bi_{0.0-0.28}, As_{0.0-1.28})S_{13}$, в котором отмечается примеси висмута и серебра. Зональность кристаллов голдфилдита в пределах участка Эми обуславливается различным содержанием в нем примесей As, Sb и Bi (1.66...3.66 вес.%). Отмечаются как линейные зоны обогащения висмутом и мышьяком, так и нелинейные, что является свидетельством их пластичной деформации: а) возникающей за счет внутренних напряжений в кристалле; б) за счет внешних воздействий на еще незатвердевшие кристаллы. Ритмичная зональность кристаллов голдфилдита может также объясняться пульсационным характером поступления вещества и неравновесностью условий кристаллизации. Осцилляторная зональность кристаллов голдфилдита на уч. Эми представлена как монофазной, так и многофазной или гетерофазной зональностью и заключается в чередовании полос различного минерального состава (например, голдфилдит и As-голдфилдит + самородный Te + теллуриды Au, Ag, Hg) (рис). По мнению [8] гетерофазная зональность голдфилдита объясняется воздействием «внешних» факторов, то есть какими-либо периодическими изменениями в минералообразующей среде, приводящими к периодическому переходу теллура из

окисленного состояния (Te^{4+} в голдфилдите) в нейтральное (самородный Te) или восстановленное (Te^{2-} в теллуридах золота и серебра (сильванита) и ртути (колорадоита)). Монофазная зональность, т.е. колебания содержаний Te, обусловлена изменениями скорости захвата теллура (и As или Sb) растущим кристаллом голдфилдита. Последняя, в свою очередь, определяется концентрацией этих компонентов в слое раствора, непосредственно контактирующем с растущими гранями кристалла (в реакционной зоне). Концентрация отдельного компонента в реакционной зоне зависит от соотношения скорости диффузии его в растворе и скоростей адсорбции и десорбции теллура твердой фазой. Подобные монофазная и гетерофазная или мультифазная осцилляторная зональность установлена для голдфилдитов из других эпитептермальных высокосернистых (HS) золоторудных месторождений Елшица (Среднегорье, Болгария), Прасоловское (о. Кунашир, Курильские острова) и Озерновское (Камчатка) [8].

На карте элементного состава сросшихся кристаллов голдфилдита хорошо видно, что зоны повышенной трещиноватости заполнены наложенными сульфософатами и в значительной степени обогащены самородным теллуrom, теллуридами ртути (колорадоитом $\text{Hg}_{0.77-0.94}\text{Te}$) и теллуридами золота и серебра (сильванитом $\text{Au}_{0.86-1.67}\text{Ag}_{0.4-2.31}\text{Fe}_{0.06-0.39}\text{Mo}_{0.2-0.77}\text{Ta}_{0.04-0.08}\text{Te}_4$).

В интервале глубин 46.5...62.0 м отмечается промежуточная по составу блеклая руда между голдфилдитом и тетраэдрит-теннантитом с вариацией примеси теллура в пределах 0.64...12.83 вес.%; (a.p.f.u. = 0.09...1.58).

В целом, содержание мышьяка в составе блеклых руд участка Эми значительно варьирует, при этом с глубиной отмечается два тренда развития устойчивых составов блеклой руды: с высоким содержанием мышьяка (теннантитовые разности) и высоким содержанием сурьмы (тетраэдритовые разности). На глубинах 60...80 м более распространён теннантит, при этом встречающиеся тетраэдритовые разности характеризуются наиболее высоким содержанием цинка. С глубиной в составе блеклых руд увеличивается содержание железа. На глубинах 62.0...109.0 м развиты конечные члены теннантит-тетраэдритового ряда, зачастую образующие распады твердого раствора между собой.

Таким образом, изменчивость химического состав блеклых руд с глубиной в пределах одной из скважин участка Эми в направлении от 31.6→110 м. представлена следующей последовательностью: тетраэдрит с примесью серебра → теннантит с примесью серебра → голдфилдит с примесью мышьяка, висмута и серебра → теллуросодержащие теннантит-тетраэдритовые разности → крайние члены теннантит-тетраэдритового ряда на фоне увеличения содержания цинка и железа.

Литература

1. Hu Y. Genesis of fahlore in the Tianbaoshan lead-zinc deposit, Sichuan Province, China: a scanning electron microscopy – energy dispersive spectroscopy study [Text] / Y. Hu, L. Ye, Z. Li, Z. Huang, J. Zhang // Acta Geochimica. – 2018. – V. 37. – P. 842 – 853.
2. Keim M.F. Polyphase enrichment and redistribution processes in silver-rich mineral associations of the hydrothermal fluorite-barite – (Ag-Cu) Clara deposit, SW Germany [Text] / M.F. Keim, B.F. Walter, U. Neumann, S. Kreissl, R. Bayerl, G. Markl // Mineralium Deposita. – 2019. – V.54. – P. 155–174.
3. N.G. Lyubimtseva Coupled Dissolution – Precipitation Reactions of Tennantite – Tetrahedrite Minerals in the Darasun Gold Deposit (Eastern Transbaikalia, Russia) [Text] / N.G. Lyubimtseva, N.S. Bortnikov, S.E. Borisovsky, O.V. Vikent'eva, V.Y. Prokofiev // Geology of Ore Deposits. – 2019. –V.61. – P. 530–548.
4. Mishin L.F. New age data on the magmatic rocks from the western sector of the Okhotsk - Chukotka volcanogenic belt [Text] / L.F. Mishin, V. V. Akinin, E.L. Mishin // Russian Journal of Pacific Geology. – 2008. – V.2. – P.385–396.
5. Repstock A. Chemical composition and varieties of fahlore-group minerals from Oligocene mineralization in the Rhodope area, Southern Bulgaria and Northern Greece [Text] / A. Repstock, P. Voudouris, M. Zeug, V. Melfos, M. Zhai, H. Li, T. Kartal, J. Matuszczak // Mineralogy and Petrology. – 2016. – V. 110. – P. 103–123.
6. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России [Текст] / под ред. А.И. Ханчука. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – Кн. 1. – С. 1–572. – Кн. 2. – С. 573–981.
7. Мишин Л.Ф. Вторичные кварциты и их связь с золоторудной минерализацией месторождения Светлое (Россия) (Ульянский прогиб, Охотско-Чукотский вулканогенный пояс) [Текст] // Тихоокеанская геология. – 2011. – Т. 30. – № 4. – С. 32–48.
8. Плотинская О.Ю., Русинов В.Л., Зелтманн Р. Осцилляторная зональность в блёклых рудах эпитептермальных золоторудных месторождений [Текст] // Доклады академии наук. – 2005. –Т. 403. – С. 237 – 241.
9. Официальный сайт компании «Polymetal International PLC» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.polymetalinternational.com/ru/assets/where-we-operate/svetloye/#Reserves>
10. Плотинская О.Ю., Грабежев А.И., Зелтманн Р. Состав блёклых руд как элемент зональности порфирово-эпитептермальной системы (на примере рудопроявления Биксизак, Ю.Урал) [Текст] // Геология рудных месторождений. – № 57. – С. 48–70.

ЗОЛОТАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ В РУДАХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АБЫЗ (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАЗАХСТАН)

Николаева А.Н., Байболова Ш.

Научный руководитель - профессор А.К. Мазуров

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Месторождение Абыз открыто в 1973 г. и изучалось В.Г. Тихомировым, И.А. Дороховым, Н.М. Исаевым, Э.С. Файзуллиним, В.Н. Исаевым, А.М. Мызниковым, К.Ш. Дюсембаевой, Ф.Ф. Судовцевым, С.Е. Беляевым, Н.П. Остробородько, В.М. Шужановым, Б.С. Хамзиним и др.

Вещающими породами является вулканогенно-терригенная толща девонского возраста, которая подверглась интенсивному гидротермально-метасоматическому изменению с образованием пропилитовых и березитовых статистически устойчивых минеральных ассоциаций. В процессе геологоразведочных работ, в пределах зоны метасоматитов выделено 16 рудных тел. Морфология рудных тел сложная, как по простиранию, так и по падению отмечаются раздувы и пережимы, изгибы, апофизы. Протяженность рудных тел по простиранию 80...650 м, по падению 50...220 м, мощность 0,8...30 м. Средние содержания свинца в рудах 0,37 %, цинка – 5,37 %, меди – 2,33 %, золота – 6,6 г/т, серебра – 64,6 г/т [3].

По текстурно-структурным особенностям на месторождении выделяется два типа руд: вкрапленные и сплошные колчеданные. Проведенными исследованиями (К.Ш. Дюсембаева, 1992 г.) установлено, что большая часть золота связана с сульфидами и накапливается в пиритном концентрате.

Целью исследований явилось изучение распределения и формы нахождения золота в пиритном концентрате. Для этого с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) нами было изучено 40 полированных аншлифов.

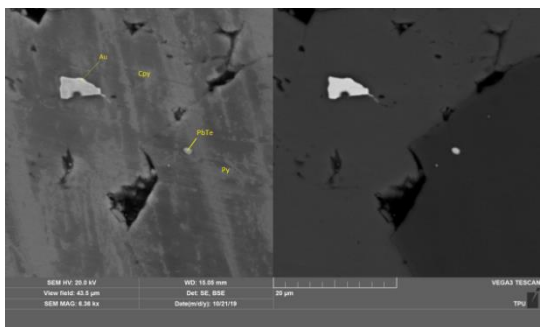


Рис. 1 Включение золота в халькопирите

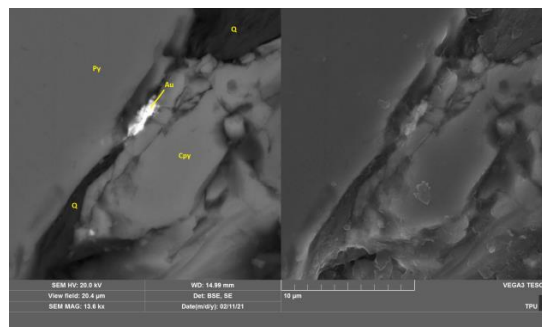


Рис. 2 Включение золота в трещине между пиритом и халькопиритом

В результате проведенных исследований установлено, что золото в руде в основном находится в сростании с халькопиритом, размером от 1,8 до 7,15 микрон (рис. 1), а также в виде выделений, заполняющих межзерновые пространства между пиритом и халькопиритом в кварце (рис. 2). По границам зёрен пирита золото находится в виде изометричных зёрен размером от 0,5 до 5,5 микрон (рис. 3). Неправильные зёрна золота отмечаются с кварцем в халькопирите (рис. 9). Прожилковидные выделения золота в халькопирите и других сульфидах не превышают 14,5*1,7 микрон.

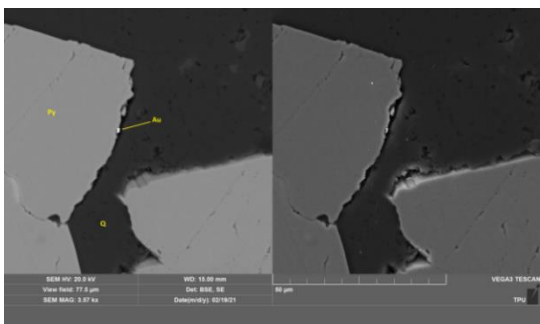


Рис. 3 Золото на границе зерна пирита с кварцем

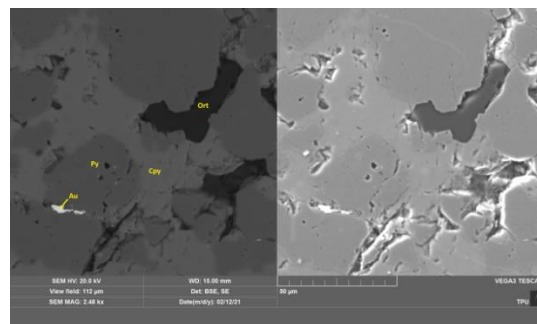


Рис. 4 Прожилковидное выделение электрума

Нами также установлено, что в большом количестве в руде присутствует электрум (Au = 61,5 %, Ag = 38,5 %), представленный прожилковидными выделениями, средней размерностью около 14,2*1,5 микрон, чаще всего заполняющий пустоты между пиритом и халькопиритом (рис. 4). Помимо самородного золота и электрума в руде обнаружены овальные и неправильные выделения зерна калаверита AuTe₂ (Au = 40...43 %) и петцита Ag₃AuTe₂ (Au = 25 %), по своим размерам не превышающие 1,43 микрон (рис. 5, 6).

Как в сплошных, так и во вкрапленных рудах обнаружены изометричные зёрна теллуридов серебра, представленные по своему химическому составу гёсситом и сосредоточенные преимущественно в пирите и халькопирите. Размерность их не превышает 2,5 микрон (рис. 7).

Во вкрапленных рудах обнаружены включения редкоземельных элементов (Ce, La, Nd, Pr, Sm), расположенные исключительно в ортоклазе (рис. 8).

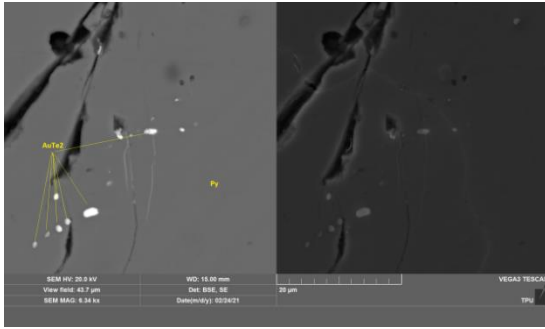


Рис. 5 Зёрна калаверита в пирите

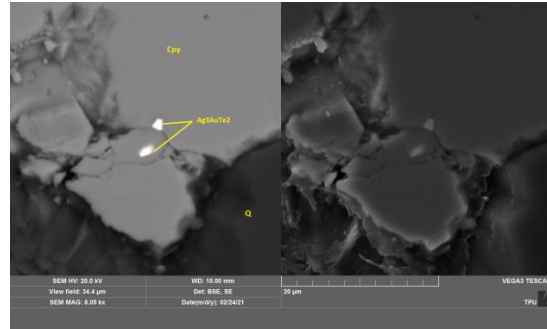


Рис. 6 Зёрна петцита в халькопирите

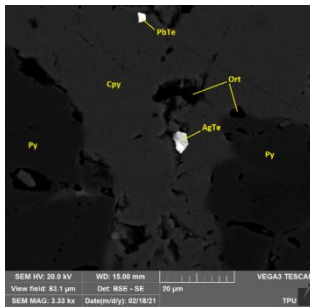


Рис. 7 Теллуриды серебра

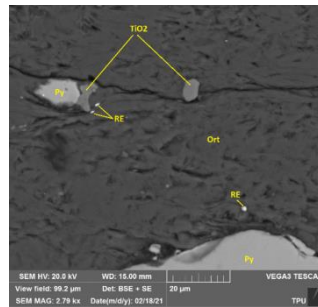


Рис. 8 Включения редкоземельных элементов в ортоклазе

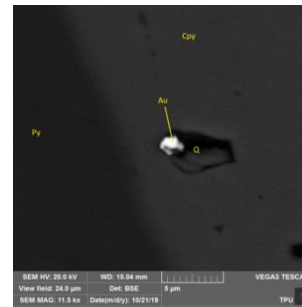


Рис. 9 Золото в кварце

Полученные минералогические данные позволяют сделать вывод о том, что золото в рудах в меньшей степени находится в виде самородного. Основное количество золота в рудах связано с электрумом, а также с петцитом и калаверитом. Вероятно, данным фактом можно объяснить значительные потери золота в результате флотации.

Литература

1. Бетехтин А.Г. Курс минералогии: учебное пособие / А.Г. Бетехтин. – М.: КДУ, 2007. – 721 с/
2. Даукеев С.Ж., Ужкенов Б.С., Абдулин А.А., Мирошниченко Л.А. и др. Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана. Металлогения. / Изд.: Информационно-аналитический центр геологии и минеральных ресурсов Республики Казахстан. – Алматы, 2002 г. – Том II.
3. Дюсембаева К.Ш. Минералого-геохимические особенности руд золото-колчеданно-медно-цинкового месторождения Абыз: Центральный Казахстан: диссертация кандидата геолого-минералогических наук: 04.00.20. – Алма-Ата, 1992. – 221 с.
4. Родыгина В.Г. Начала минераграфии: Учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского университета. – 175 с.

ПЕТРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГРАНИТОИДОВ ДУНГУРХИНСКОГО МАССИВА (ЗАПАДНАЯ МОНГОЛИЯ)

Никуленкин Н.С.

Научный руководитель - доцент Е.М. Асочакова

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Исследуемый Дунгурхинский массив гранит-гранодиоритовой формации, находится в западной части Монголии к северу от озера Хотун-нур. По сведениям С.П. Гавриловой [1] данный pluton имеет позднеордовикский возраст. В западной части, располагающейся на территории Китая, массив сложен плагиигранитами и тоналитами с достаточно широким распространением аплитов и пегматитов. Монгольская часть массива состоит из гранитов и гранодиоритов, которые связаны между собой взаимными переходами. Граниты в свою очередь преобладают над остальными породами. Строение массива двухфазное: первая фаза, слагающая основную площадь plutона, состоит преимущественно из гранитов с повышенным содержанием биотита и двуслюдяных крупнозернистых гранитоидов; вторая фаза в свою очередь представлена мелкозернистыми мусковитовыми гранитами, аплитами, лейкогранитами. Объектом данного исследования являются граниты двух фаз Дунгурхинского массива. На TAS диаграмме основная часть гранитоидов главной фазы попадает в поля гранитов, умеренно щелочных гранитов и низко щелочных лейкогранитов. Дополнительная фаза в подавляющем большинстве является лейкогранитами [1].

На графике (рис. 1) наглядно видно, что первая крупнозернистая фаза гранитоидов Дунгурхинского массива более обогащена редкоземельными элементами в отличие от второй фазы, имеющей более мелкозернистое

строение. Легкие РЗЭ в свою очередь преобладают над тяжелыми. Отрицательная европиевая аномалия находит своё проявление в обеих фазах, но в первой фазе носит более ярко выраженный характер по сравнению со второй фазой. Европиевая аномалия образуется главным образом из-за того что, двухвалентный европий входит в структуру полевых шпатов. Исходя из этого, можно говорить о том, что полевые шпаты благодаря процессам фракционной кристаллизации были частично удалены из магматического расплава.

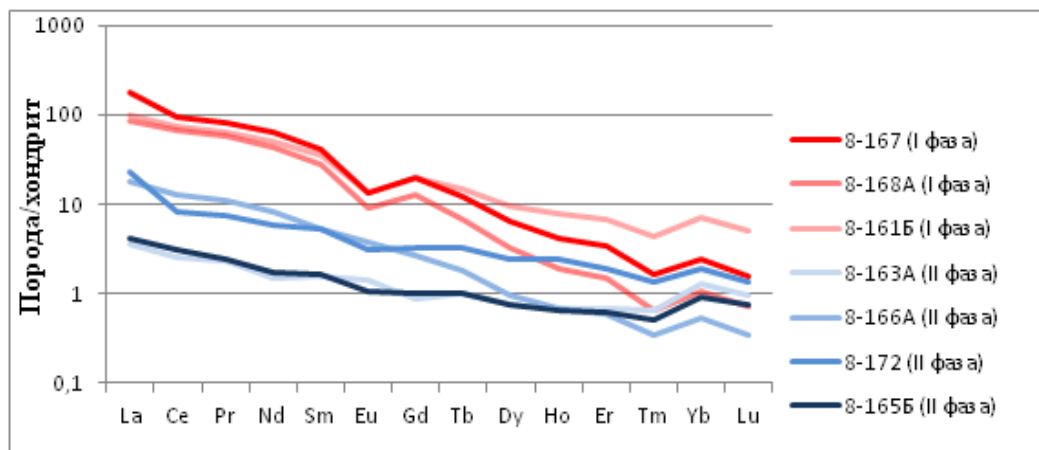


Рис. 1 Кривые распределения редкоземельных элементов гранитоидов Дунгурхинского массива, нормированные по хондриту [3]

На мультиэлементной спайдер-диаграмме (рис. 2) видно, что обе фазы обогащены редкими и редкоземельными элементами, при этом первая фаза на несколько порядков более обогащена по сравнению со второй. В первой фазе отчетливо выражены положительные аномалии (Th, Nd, La) и отрицательные аномалии (Nb, Sr, Ba). Вторая фаза не характеризуется ярко выраженными аномалиями. Ниобиевая аномалия имеющая отрицательный характер в первой фазе, в свою очередь может характеризовать континентальную кору, а также показать участвует ли коровый компонент в магматическом процессе.

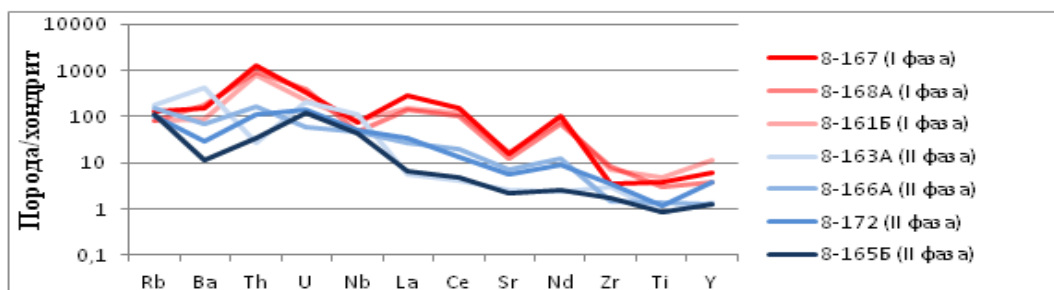


Рисунок 2 Мультиэлементная спайдер-диаграмма гранитоидов Дунгурхинского массива, нормированные по хондриту [4]

На дискриминационных диаграммах П. Мениара и Ф. Пикколи фигуративные точки гранитоидов Дунгурхинского массива попадают в поля гранитоидов островных и континентальных дуг, а также обстановок континентальной коллизии. Рассчитанный индекс ASI позволил конкретизировать геодинамическую обстановку формирования рассматриваемых гранитоидов – обстановка континентальной коллизии. На дискриминационных диаграммах Дж. Пирса (рис. 3), фигуративные точки гранитоидов Дунгурхинского массива также попали в области коллизионных гранитов.

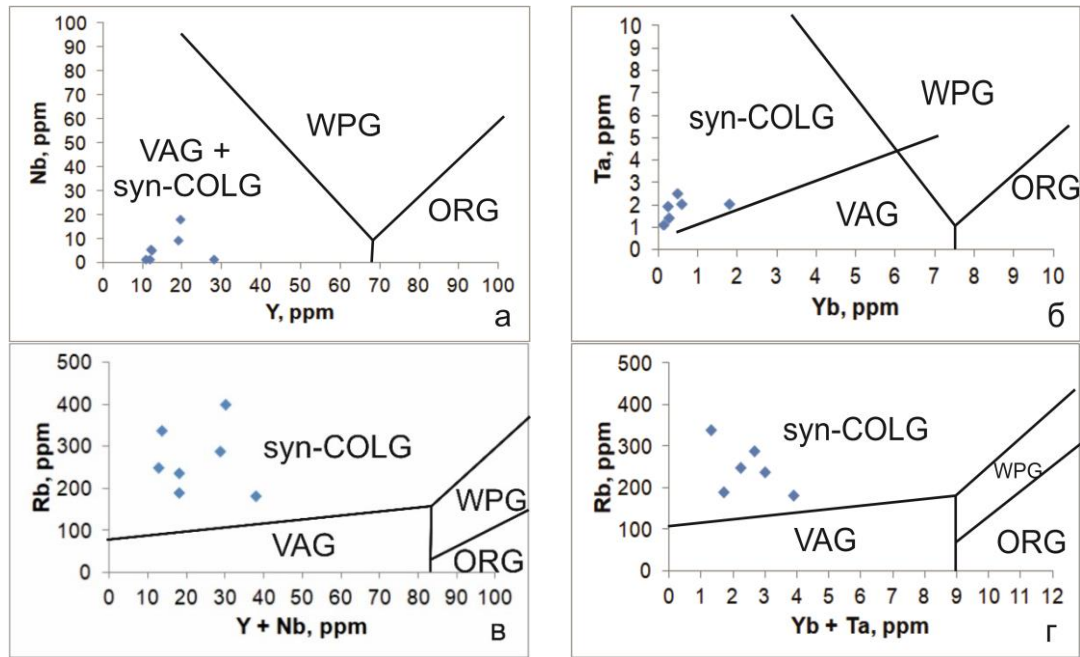


Рис. 3 Дискриминационные диаграммы для гранитоидов [2]. Поля на диаграммах: *ORG* – граниты океанических хребтов; *WPG* – внутриплитные граниты; *VAG* – граниты вулканических дуг; *syn-COLG* – коллизионные граниты

В результате проведенных исследований установлено, что гранитоиды главной фазы представлены умеренно щелочными гранитами, а также низко щелочными лейкогранитами. Дополнительная фаза в основном представлена лейкогранитами. По содержанию редкоземельных и редких элементов дополнительная фаза является более обедненной по сравнению с главной фазой. Используя дискриминационные диаграммы было установлено, что гранитоиды Дунгурхинского массива образовались предположительно в обстановке континентальной коллизии.

Литература

1. Гаврилова С.П., Зайцев Н.С., Павлов В.А., Яшина Р.М. Гранитоидные и щелочные формации в структурах Западной и Северной Монголии. – М.: Наука, 1975. – 288 с.
2. Pearce J.A., Harris N.B., Tindle A.G. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks // *J. Petrol.*, 1984. – V. 25. – P. 956–983.
3. Taylor S.R., McLennan S.M. *The continental crust: its composition and evolution.* Blackwell, Oxford. 1985.
4. Sun S.S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In: *Magmatism in the oceanic basins* (Saunders A. D., Norry M. J. Eds), *Geol. Spec. Publ.* № 42. – 1989. – P. 313–345.

ПЕТРОГРАФИЯ ПОРОД ЯМТУЛЬСКОГО ГРАНОДИОРИТОВОГО МАССИВА (ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ)

Первухина С.Е.

Научный руководитель - доцент Т.С. Краснова

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Площадь исследований относится к Ульчскому району Хабаровского края. Ямтульский массив расположен в пределах Пильдо-Лимурийского рудно-россыпного района. По схеме геолого-структурного районирования Хабаровского края, постскладчатые магматические образования этого района принадлежат Нижнеамурскому интрузивному комплексу (поздний мел) [1].

Цель работы состоит в петрографическом изучении пород массива с выявлением их структурных особенностей и минералогического состава.

Было проведено петрографическое описание 14 образцов горных пород, которые отбирались в ходе геологических маршрутов на производственной практике.

Макроскопически все образцы горных пород достаточно схожи: это лейкократовая порода со структурой от средне-, до крупнозернистой, реже порфировидная структура. Текстура массивная.

Для петрографического изучения массива были изготовлены 14 шлифов. Петрографическое изучение шлифов проведено на поляризационном микроскопе Leica в проходящем и в отраженном свете с использованием методов скрещенных николей.

Результаты микроописания шлифов подтвердили, что образцы горных пород относятся к кислым интрузивным породам, однако структурные различия все же имеются. У группы пород под микроскопом отчетливо устанавливается порфировидная структура (рис. 1), обусловленная порфировыми вкрапленниками в основном полевого шпата и биотита, реже кварца и роговой обманки. Таким образом, по структурному признаку породы были разделены на 2 группы: гранодиорит-порфиры и гранодиориты.

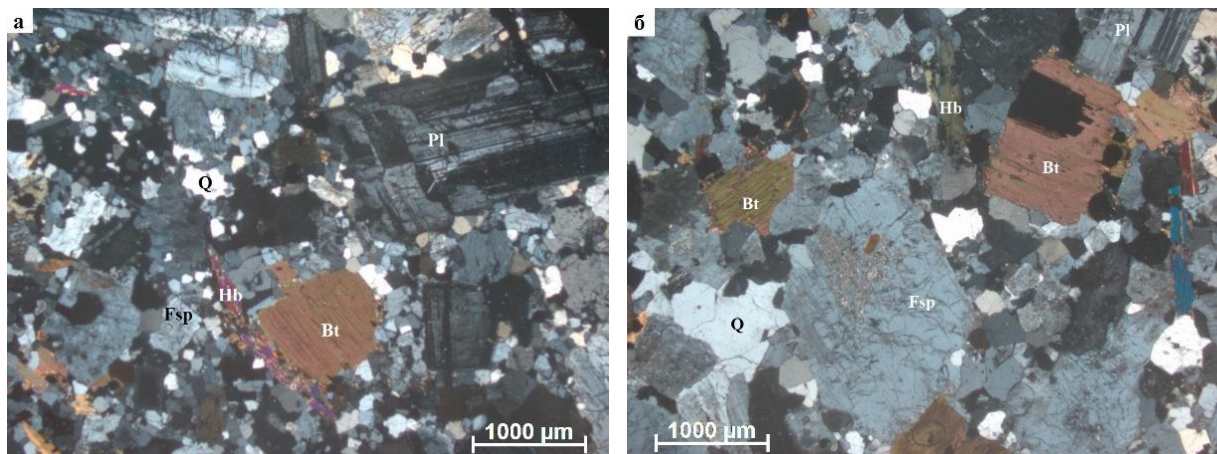


Рис. 1 Гранодиорит-порфиры Ямтульского массива.

а – обр. 031009, б – обр. 033095. Николи +

Pl – плагиоклаз, Q – кварц, Fsp – калиевый полевой шпат, Bt – биотит, Hb – роговая обманка

Полевые шпаты в обеих группах представлены плагиоклазами и калиевыми полевыми шпатами. Зерна калиевых полевых шпатов имеют простые широкие двойники, что характерно для ортоклаза. По составу плагиоклазы имеют переходную разность между олигоклазом и андезином. Номер плагиоклазов варьирует от 25 до 34.

Биотит в гранодиорит-порфирах чаще всего представлен удлиненными чешуйками, размером от 0,24 до 1,6 мм. Плеохроирует от желтого до красно-коричневого. Имеет высокие цвета интерференции розовые, зеленые, бурые (Ng-Np 0,060). Биотит в гранодиоритах представлен чешуйками, размером от 0,08 до 1,6 мм. Форма зерен короткопризматическая, реже игольчатая. Имеет высокие цвета интерференции розовые, зеленые, бурые, оранжевые (Ng-Np 0,060).

Плагиоклазы имеют таблитчатую форму зерен, андезин отличается формой близкой к изометричной. Средний размер зёрен 2,4 мм. Являются порфировыми вкрапленниками. Границы зерен неровные. При параллельных николях зерна бесцветные с низким рельефом. В скрещенных николях зёрна имеют серые цвета интерференции (Ng-Np 0,007...0,009). У плагиоклазов отмечаются полисинтетические и зональные двойники. Зерна полевых шпатов из группы гранодиоритов имеют размер до 3,2 мм, а также на них отмечается трещиноватость. Вторичные изменения полевых шпатов представлены серицитизацией.

Кварц представлен изометричными, либо неправильной формы зёрнами. Размер зёрен от 0,08 до 4,8 мм (в гранодиоритах зерна до 5,6 мм). Что касается гранодиорит-порфиров, то зёрна кварца здесь могут быть как в виде порфировых вкрапленников, так и в основной массе. В последнем случае, кварц занимает межзерновое пространство между зёрнами полевого шпата. При параллельных николях зёрна бесцветные, с низким рельефом. В скрещенных николях зёрна имеют от серых до белых и молочных цветов интерференции (Ng-Np 0,009). Отличается волнистым погасанием. Зёрна часто трещиноватые. В гранодиоритах наблюдается заполнение трещин кварца бурым веществом.

Роговая обманка представлена ромбовидными, реже таблитчатыми зернами. Границы зёрен неровные.

Размер 0,4...4 мм (в гранодиоритах размер зёрен 0,24...3,2 мм). Зерна окрашены в зелёный цвет, заметно плеохроируют от бледно зелёного до зелёного. В гранодиоритах роговая обманка имеет следующую схему плеохроизма: от бледно зеленого до зеленого или грязно-зеленого. При скрещенных николях зерна имеют от оранжевых до малиновых цветов, а также голубой и желтые цвета. Угол погасания 18...20°. Спайность совершенная. Большинство зерен в обеих группах пород имеют сечения с двумя направлениями спайности, угол между которыми около 124°. Остальные зерна имеют одно направление спайности. В образце К-10-0 наблюдается срастание моноклинного пироксена и роговой обманки (рис. 2). Такая картина является результатом реакционных процессов, в ходе кристаллизации расплава.

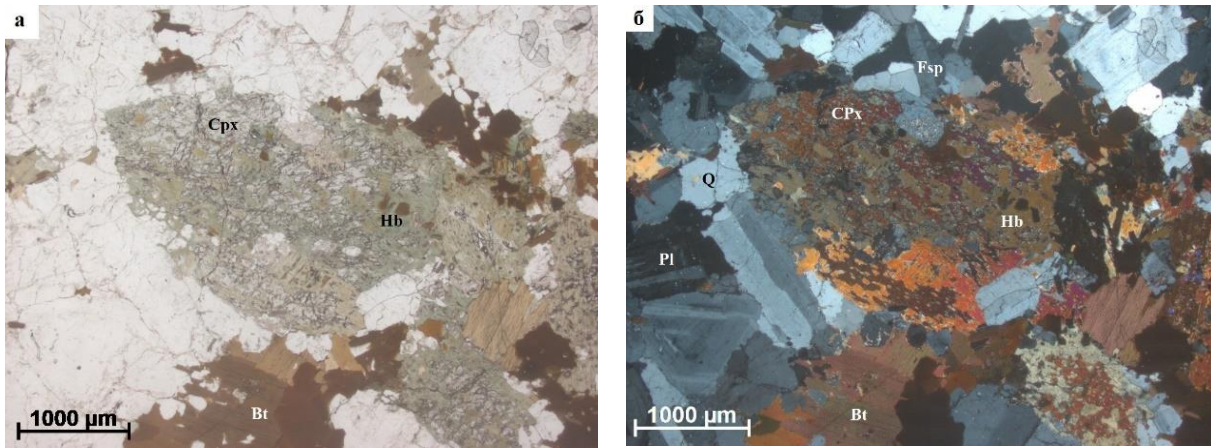


Рис. 2 Гранодиорит Ямтульского массива (обр. К-10-0). а – николи -, б – николи + Pl – плагиоклаз, Q – кварц, Fsp – калиевый полевой шпат, Bt – биотит, Hb – роговая обманка, Cpx – клинопироксен

Таким образом, можно сделать предположение, что Ямтульский массив является многофазным. Первая фаза – представлена гранодиоритами, которые сформировались на большей глубине, на что указывает крупно-, среднезернистая структура. Первыми начали кристаллизоваться клинопироксены, затем по мере охлаждения расплава по ним образовалась роговая обманка, далее кристаллизуются плагиоклазы, калиевый полевой шпат, кварц. Вторая фаза – гранодиорит-порфиры, которые являются гипабиссальными. Эти породы имеют отчетливую порфировидную структуру. Вкрапленники здесь кристаллизовались первыми, затем из остаточного расплава кристаллизовались минералы основной массы.

Литература

1. Изох Э.П., Русс В.В., Кунаев И.В., Наговская Г.И. Интрузивные серии северного Сихотэ-Алиня и Нижнего Приамурья, их рудоносность и происхождение. – М.: Наука, 1967. – 371 с.
2. Чернышов А.И., Тишин П.А., Вологодина И.В. Структуры и текстуры магматических и метаморфических горных пород: учебное пособие. – Томск: Издательский Дом ТГУ, 2018. – 136 с.

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЛЬТРАМАФИТОВ АГАРДАГСКОГО МАССИВА (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ ТЫВА)

Пешков А.А.

Научный руководитель - профессор А.И. Чернышов

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Агардагский хромитоносный массив расположен на юго-западном фланге Южно-Тувинского офиолитового пояса. Линзовидный в плане массив протяженностью около 23 км вытягивается в северо-восточном направлении. Массив вдоль северо-западного контакта граничит с образованиями венд-кембрийского возраста, которые представлены кристаллическими сланцами, а также кремнистыми и терригенными породами. Наиболее распространенными в массиве являются гарцбургиты, дуниты встречаются реже. Ультрамафиты часто интенсивно серпентинизированы. В восточной части массива в экзоконтактных зонах габброидных интрузий встречаются верлиты и клинопироксениты [2].

В данной статье проведена сравнительная геохимическая характеристика гарцбургитов и дунитов с их серпентинизированными разновидностями.

Анализируя распределения в ультрамафитах Агардагского массива редкоземельных элементов, можно заметить, что гарцбургиты и дуниты имеют близкие тренды распределения (рис. 1). На графиках наблюдается постепенное уменьшение содержаний легких и средних элементов до Eu. Средние и тяжелые элементы в гарцбургитах имеют примерно горизонтальное распределение с незначительными вариациями. При этом в некоторых образцах дунитов происходит увеличение содержаний редкоземельных элементов от средних к тяжелым. Гарцбургиты и дуниты характеризуются отчетливой отрицательной Eu аномалией. Дуниты отличаются от гарцбургитов тенденцией уменьшения средних и тяжелых элементов при примерно равных концентрациях легких. Такие отличия, вероятно, являются следствием увеличения степени деплетирования от гарцбургитов к дунитам.

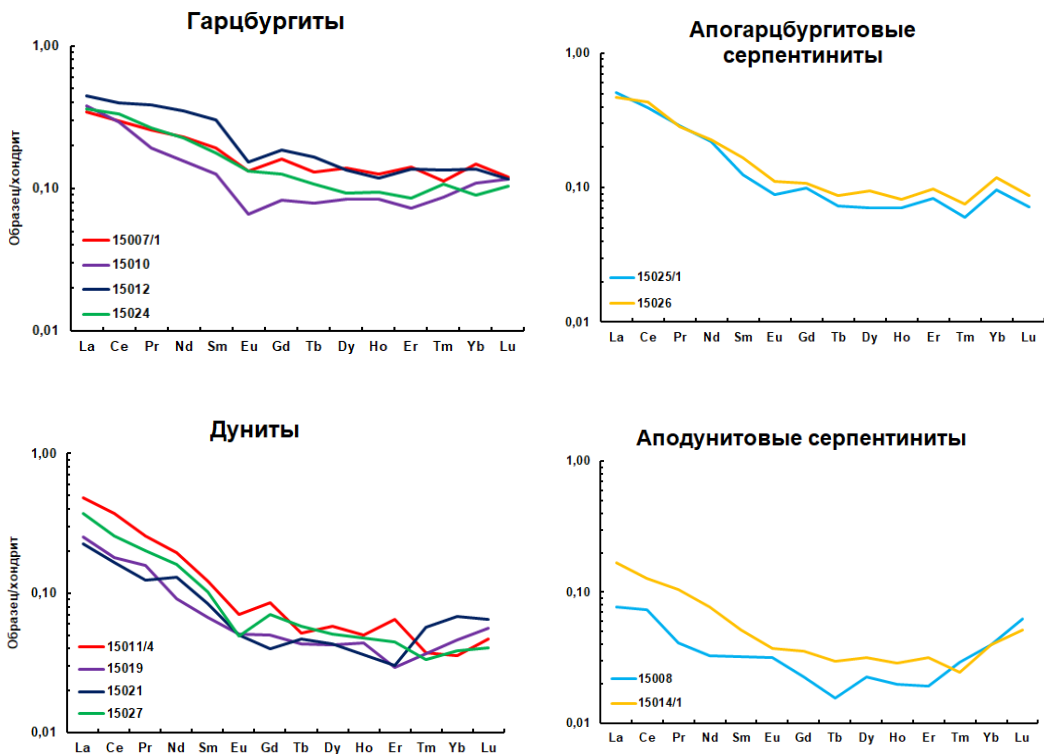


Рис. 1 Распределение содержаний редкоземельных элементов в ультрамафитах, нормированные к хондриту [3]

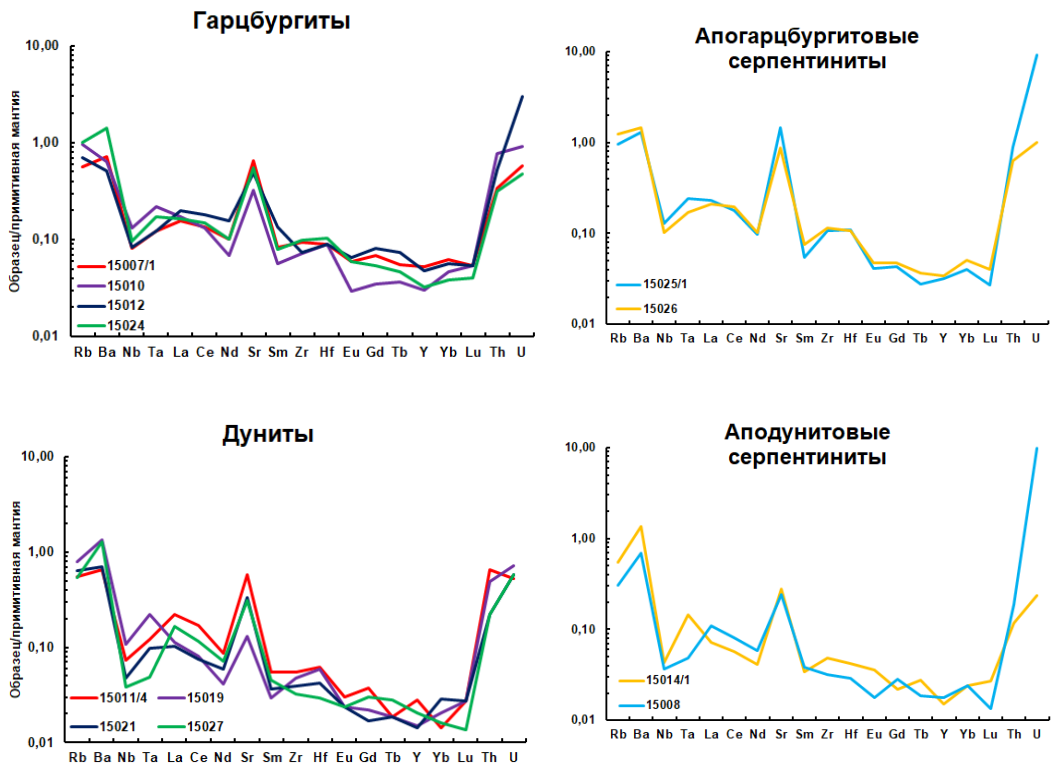


Рис. 2 Распределение содержаний редких элементов в ультрамафитах, нормированные к примитивной мантии [4]

Общий характер распределения редкоземельных элементов в апогарцбургитовых и аподунитовых серпентинитах близок к распределению редкоземельных элементов в неизменных разностях. Если концентрации редкоземельных элементов в гарцбургитах и их измененных разностях являются схожими, то содержания редкоземельных элементов в аподунитовых серпентинитах на порядок ниже содержаний в дунитах. Для аподунитовых серпентинитов, как и для дунитов, характерно увеличение содержаний редкоземельных элементов от средних к тяжелым. Отличительными чертами в распределении редкоземельных элементов в серпентинитах является отсутствие четко выраженной Eu аномалии.

Распределение редких элементов в гарцбургитах и дунитах имеют близкие тренды (рис. 2), при этом в дунитах, как в более деплетированных образованиях, наблюдаются меньшие содержания редких элементов. Заметных отличий в распределении редких элементов в свежих гарцбургитах и дунитах и их серпентинизированных разностях не обнаружено. Ультрамафиты Агардагского массива характеризуются положительными аномалиями для крупноионных литофилов (Rb, Ba, Sr) и высокозарядных элементов (Zr, Hf, Th, U). Для Nd, Sm и высокозарядных элементов (Nb и Ta) характерны отрицательные аномалии.

Сравнительная геохимическая характеристика гарцбургитов и дунитов с их серпентинизированными разностями позволила установить, что каких-либо существенных различий в распределении редкоземельных и редких элементов в них не обнаруживается. Подобный характер распределения редкоземельных и редких элементов установлен в хромитоносных ультрамафитах Эргакского комплекса, который находится в северо-восточной части Куртушибинского офиолитового пояса [1].

Литература

1. Кичеева А.В., Чернышов А.И. Петрографические и петрогеохимические особенности хромитоносных ультрамафитов Куртушибинского офиолитового пояса (СВ Западного Саяна) // Петрология магматических и метаморфических комплексов. Вып. 9. Материалы IX Всероссийской петрографической конференции с международным участием. – Томск: Изд-во Томского ЦНТИ, 2017. – С. 192–198.
2. Никитчин П.А. К вопросу о геологическом строении и хромитоносности Агардагского гипербазитового массива // Материалы по геологии Тувинской АССР, 1969. – Вып. 1. – С. 43–47.
3. Boynton W.V. Geochemistry of the rare earth elements: meteorite studies // Rare earth element geochemistry / P. Henderson (ed.). Oxford-Amsterdam: Elsevier, 1984. – P. 63–114.
4. Sun S.S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes / Eds. A.D. Saunders, M.J. Norry / Magmatism in the oceanic basins // Geol. Soc. Spec. Publ. – 1989. – № 42. – P. 313–345.

РЕДКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ В УГЛЯХ РАКОВСКОЙ ВПАДИНЫ

Попов Н.Ю., Чекрыжов И.Ю., Тарасенко И.А.

Научный руководитель - профессор И.А. Тарасенко

Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток, Россия

Введение. На территории Приморского края известны буроугольные месторождения, угли которых содержат редкие элементы (Ge, U, редкоземельные (РЗЭ) и др.) вплоть до промышленных концентраций. Объектом нашего изучения была кайнозойская Раковская впадина, расположенная северо-восточнее г. Уссурийск, имеющая относительно небольшие размеры (12х8 км) и вмещающая запасы бурого угля порядка 220 млн. т [3]. В угленосных отложениях Раковской впадины помимо собственно буроугольного месторождения ранее были выявлены аномалии урана, РЗЭ и других редких элементов [1, 2, 3, 7, 9]. Потенциально ценными элементами на месторождении являются Ge, W и Ga, а потенциально опасными U, Be, As и Sb [3]. Урановое и РЗЭ оруденение сконцентрировано преимущественно в северной части впадины, где ее гранитное обрамление максимально проработано докайнозойской разрывной тектоникой [7, 9]. Угленосная толща олигоценового возраста сложена аргиллитами, алевролитами, песчаниками и конгломератами. На месторождении выделяют от 2 до 4 угольных пластов представленных бурым углем марки 2БВ.

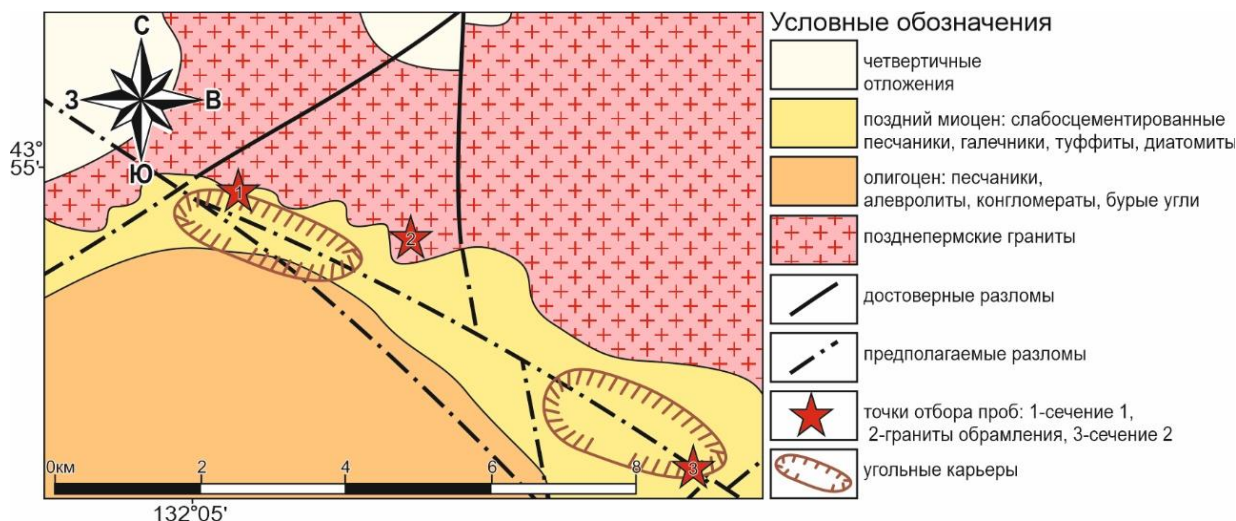


Рис. 1 Геологическая схема Раковской впадины

В результате изучения редкометалльно-угольных объектов Приморья, предшественниками предложено две модели формирования объектов данного типа. Одна из моделей предполагает, что эндогенные факторы являются решающим (субсинхронный вулканизм, гидротермы как источники металлов, зоны разломов как проводники) [3, 4, 8], а другая модель считает таковыми экзогенные факторы (гидрогенный и терригенный сно с пород обрамления) [2, 7]. Наши исследования были направлены на выявление геохимических признаков для уточнения основных факторов формирования редкометалльных углей Раковской впадины.

Методы исследования. Для решения поставленной задачи был проведён отбор проб углей и породных прослоев по двум сечениям пласта III (рис. 1). Первое расположено в западном карьере, непосредственно вблизи гранитного массива обрамления впадины (сечение 1), второе на восточном участке, непосредственно в зоне разлома трансирующего кайнозойскую впадину (сечение 2). Также были взяты пробы из гранитного массива северного обрамления впадины. Определение микроэлементного состава проб проведено в Центре коллективного пользования ДВГИ ДВО РАН и выполнено методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой на спектрометре Agilent 7500 (AgilentTechn, США), определение содержаний H_2O , PPH , SiO_2 выполнено методом гравиметрии, определение содержания FeO выполнено методом титриметрии, определение содержаний остальных макроэлементов выполнено методом атомно-эмиссионной спектрометрии на спектрометре iCAP 7600 Duo.

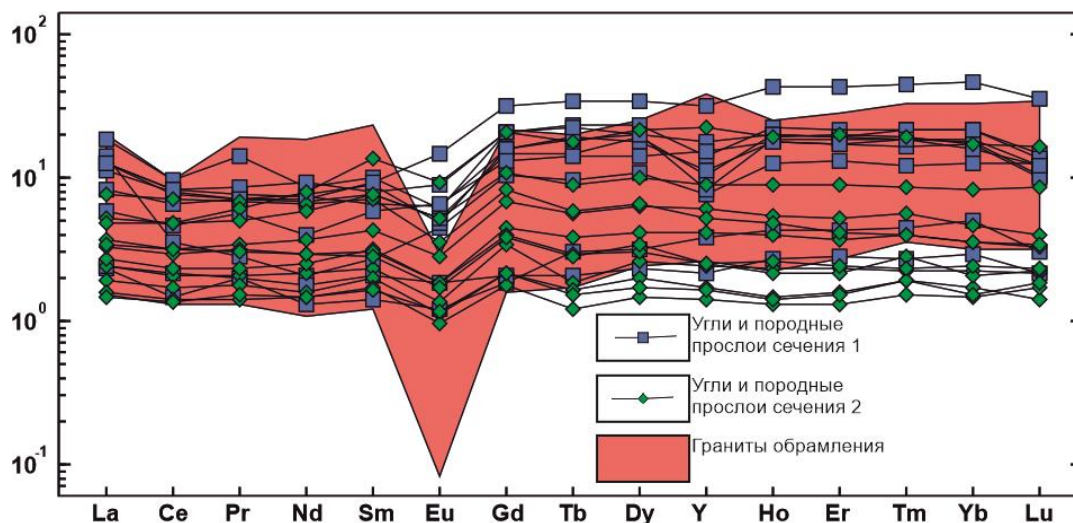


Рис. 2 Графики распределения РЗЭ в углях, породных прослоях и гранитах обрамления Раковской впадины. Нормировано на состав верхней континентальной коры [5]

Результаты исследования и обсуждение. По аналитическим данным, полученным по углям, породным прослоям и обрамляющим впадину гранитам, были построены спайдер-диаграммы содержаний РЗЭ, нормированные на состав верхней континентальной коры [5] (рис. 2). На графике прослеживается явная геохимическая связь обогащенных РЗЭ углей с гранитами обрамления впадины. Наиболее повышенные концентрации РЗЭ установлены в углях сечения 1, расположенного ближе к гранитам, в отличие от углей сечения 2, расположенного непосредственно

в зоне разлома, активного в кайнозой и потенциально рудогенерирующего. Характер распределения РЗЭ в углях, породных прослоях и гранитах подтверждает уже сделанный ранее вывод о связи РЗЭ и уранового оруденения в углях с гранитами [7]. Для изучения закономерностей распределения редких элементов в углях Раковской впадины было также проанализировано соотношение зольности каждой пробы к концентрации микроэлементов по сечениям 1 и 2. В результате чётко прослеживается, что с понижением зольности увеличивается концентрация группы тяжёлых лантаноидов, иттрия и урана. Это связано с преимущественно гидрогенным механизмом обогащения ими углей, в то время как лёгкие лантаноиды и цирконий могли быть привнесены как в растворенном виде, так и в составе терригенной взвеси на этапе формирования угленосных отложений, из коры выветривания гранитов обрамления.

Заключение. Угли и породные прослои в пределах Раковской впадины в сечении 1 более обогащены РЗЭ и ураном, хотя расположены на некотором расстоянии от тектонического разлома, но вблизи обрамляющего впадину гранитного массива, в котором также повышены содержания этих элементов. Пробы сечения 2 были отобраны на некотором удалении от гранитов, но угли здесь были интенсивно дислоцированы, располагаясь в активной тектонической зоне. Из этого следует, что обогащение угольных пластов редкоземельными элементами и ураном, в пределах впадины, по всей видимости, связано не с активной тектоникой и гидротермальными источниками, а с выносом этих элементов из коры выветривания гранитного массива. Ранее предполагалось наличие двух механизмов экзогенного поступления редких элементов в угли Раковской впадины – гидрогенного и терригенного [7]. Вывод был обоснован различием торий-уранового отношения в разных угольных сечениях – аномально низкого, характерного для гидрогенного оруденения и высокого, как у большинства терригенных осадочных пород. Полученные новые данные подтверждают ведущую роль экзогенных факторов в накоплении урана и РЗЭ в углях Раковской впадины.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ проект № 21-55-53013 ГФЕН_а.

Литература

1. Коковкин А.А. Новейшая структура Сихотэ-Алинского орогена, металлогения Сихотэ-Алинской рудной провинции // Региональная геология и металлогения. – 2013. – № 53. – С. 105–113.
2. Вялов В.И., Кузеванова Е.В., Нелюбов П.А. и др. Редкометалльно угольные месторождения Приморья // Разведка и охрана недр. – 2010. – № 12. – С. 53–57.
3. Седых А.К. Кайнозойские рифтогенные впадины Приморья (геологическое строение, минералогия и геодинамика углегенеза). – Владивосток: Дальнаука, 2008. – 248 с.
4. Середин В.В. Металлоносность углей: условия формирования и перспективы освоения // Угольная база России. – М.: Геоинформмарк, 2004. – Т. 4. – С. 453–519.
5. Тейлор С.Р., Мак-Леннан С.М. Континентальная кора: ее состав и эволюция: Пер. с англ. – М.: Мир, 1988. – 384 с.
6. Угольная база России. Угольные бассейны и месторождения Дальнего Востока (Хабаровский край, Амурская область, Приморский край, Еврейская АО). Под ред. В.И. Подольяна. – М.: Геоинформмарк, 1997. – Т. V. – Кн. 1. – 371 с.
7. Чекрызов И.Ю., Середин В.В., Арбузов С.И. Редкоземельные элементы и уран в углях Раковской впадины Южное Приморье // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека. – Томск 2016. – С. 703–706.
8. Seredin V.V., Finkelman R.B. Metalliferous coals: A review of the main genetic and geochemical types // Int. J. Coal Geol. – 2008. – Vol. 76 (4). – P. 253–289
9. Seredin V.V., Dai S. Coal deposits as potential alternative sources for lanthanides and yttrium // International Journal of Coal Geology. – 2012. – Vol. 94. – P. 67–93.

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ Mg-КАЛЬЦИТА В ДОННЫХ ОСАДКАХ СИПОВЫХ ОБЛАСТЕЙ НА ШЕЛЬФЕ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ

Рубан А.С.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Формирующиеся в сиповых областях аутигенные карбонаты представляют собой уникальные архивы для изучения физико-химических условий геологической среды и биогеохимических процессов, активность которых связана с миграцией метан-содержащих флюидов через толщу отложений [1–3]. Ввиду того, что аутигенные карбонатные образования, осадение которых связано с анаэробным окислением метана, сохраняют в своем составе «материнскую» углеродную метку, их детальное изучение также позволяет получить информацию об источниках метана, поступающего в атмосферу в результате его разгрузки с поверхности морского дна [4–7]. Более того карбонатообразование является естественным механизмом, ограничивающим поступления метана – сильнейшего парникового газа – в атмосферу.

Исследуемые аутигенные карбонатные образования были обнаружены в пробах донных осадков, отобранных в северной части моря Лаптевых на участке разгрузки метан-содержащих флюидов. Минералогические и изотопные исследования карбонатов проводились с использованием методов сканирующей электронной микроскопии (TESCAN VEGA 3), рентгенодифракционного анализа (РДА) (Bruker D2 Phaser), хроматомаксиметрии (Delta V Advantage).

Вмещающие донные осадки представлены очень плотным алевроитом черного цвета с примесью пелитовых частиц (13,28 %). Цвет карбонатных образований от светло-серого до желто-коричневого, текстура плотная, биотурбированная, крепкоцементированная, структура разноразмерная. По морфологии эти образования представлены стяжениями изометричной формы с размерами в поперечнике до 2 см и конкрециями диаметром

2...3 мм (рис., А). Результаты РДА показывают, что карбонатная фаза этих стяжений представлена Mg-кальцитом (25...36 %). Акцессорные некарбонатные минералы представлены в основном кварцем (22...28 %), полевым шпатом (23...29 %), глинистыми минералами (иллит + хлорит + монтмориллонит, 18...23 %), амфиболами (~ 1 %) и галитом (~ 1 %). Кварц и полевой шпат встречаются в виде полукруглых зерен алевритовой размерности, беспорядочно разбросанных в карбонатной матрице (рис. Б, В, Д). Результаты анализа EDS показывают, что содержание Mg в кальците варьировалось от 2 % до 8 %. В парагенезисе с Mg-кальцитом был обнаружен аутигенный пирит, представленный отдельными микрокристаллами кубической, иногда октаэдрической формы и отдельными фрамбоидами, внедренными в конкреции Mg-кальцита (рис. Г).

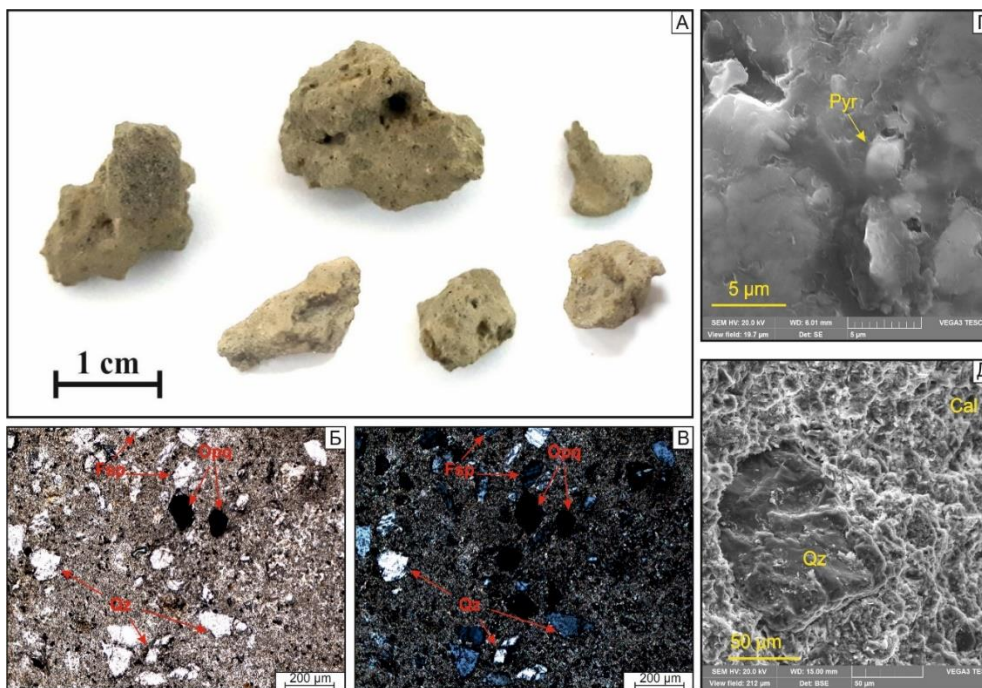


Рис. Карбонаты из донных осадков северной части моря Лаптевых: общий вид изометричных стяжений (А); микрофотографии карбонатного цемента в параллельных (Б) и скрещенных (В) николях; СЭМ-фотографии идиоморфного пирита (Г) и обломков кварца (Д) в Mg-кальциевом цементе. Qz – кварц, Cal – Mg-кальцит, Pyr – пирит, Fsp – полевые шпаты, Orq – непрозрачные минералы.

Состав стабильных изотопов углерода и кислорода исследуемых карбонатных стяжений характеризуется крайне близкими значениями. Все образцы показывают отрицательные значения $\delta^{13}\text{C}$ (от -27,5 ‰ до -28,2 ‰ VPDB) и положительные значения $\delta^{18}\text{O}$ (от 3,5 ‰ до 3,8 ‰ VPDB). Как правило, карбонатам свойственны более высокие значения $\delta^{13}\text{C}$, чем в метане, участвующим в их образовании. Например, карбонаты, образованные из биогенного метана, имеют чрезвычайно низкие значения $\delta^{13}\text{C}$ (-60 ‰), в то время как изотопные значения биогенного метана варьируются от -50 ‰ до -110 ‰ [8]. Отрицательный изотопный состав углерода исследованных образцов карбонатов (среднее $\delta^{13}\text{C} = -27,7$ ‰) указывает на то, что источником углерода является в основном термогенный метан (значения $\delta^{13}\text{C}$ термогенного метана находятся в диапазоне от -30 ‰ до -50 ‰ [9]). Следует отметить, что карбонаты, образующиеся в результате окисления сырой нефти, имеют значения $\delta^{13}\text{C}$ в диапазоне от -25 ‰ до -30 ‰, но в этом случае на поверхности стяжений отмечаются пятна нефти [4, 10–12]. В нашем случае подобные признаки обнаружены не были. Вклад осадочного органического вещества не учитывался, поскольку общее содержание органического углерода в отложениях, собранных на участках отбора карбонатов и вблизи них, не превышает 1 % [13]. Теоретические значения $\delta^{18}\text{O}_{\text{fluid}}$ были рассчитаны с использованием температуры придонной морской воды и уравнения, предложенного Андерсоном и Артуром [14]. Средняя температура придонной морской воды на станциях отбора карбонатов составляла около -1,5 °С. Рассчитанные значения $\delta^{18}\text{O}_{\text{fluid}}$ находятся в диапазоне от -0,5 ‰ до -0,2 ‰ VSMOW и сопоставимы со значениями $\delta^{18}\text{O}$ придонной морской воды в северной части моря Лаптевых (от -0,7 ‰ до -0,4 VSMOW ‰ [15]). Равновесие $\delta^{18}\text{O}_{\text{fluid}}$ и $\delta^{18}\text{O}_{\text{seawater}}$, вероятно, указывает на то, что температура поровой воды, из которой осаждались исследуемые аутигенные карбонаты, была близка к температуре придонной воды.

Присутствие исследуемых стяжений в верхнем (2...5 см) горизонте толщи донных осадков в совокупности с расчётными данными о температуре поровой воды при осаждении карбонатов может говорить о близкповерхностном положении сульфат-метановой транзитной зоны. Включения аутигенного пирита в Mg-кальците является свидетельством активности процесса бактериальной сульфат-редукции при анаэробном окислении метана. Производимый при этом сероводород, взаимодействуя с содержащимися в поровой воде ионами железа, способствовал осаждению моносulfидов железа, которые затем перекристаллизовывались в пирит.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант № 19-77-00016).

Литература

1. Bayon G., Dupré S., Ponzevera E., Etoubleau J., Chéron S., Pierre C., Mascle J., Boetius A., De Lange G.J. Formation of carbonate chimneys in the Mediterranean Sea linked to deep-water oxygen depletion // *Nature geoscience*. – 2013. – Vol. 6. – 755–760.
2. Cui H., Kaufman A.J., Xiao S., Zhou C., Liu, X.M. Was the Ediacaran Shuram Excursion a globally synchronized early diagenetic event? Insights from methane-derived authigenic carbonates in the uppermost Doushantuo Formation, South China // *Chemical Geology*. – 2017. – Vol. 450. – 59–80.
3. Thiagarajan N., Crémière A., Blättler C., Lepland A., Kirsimäe K., Higgins J., Brunstad H., Eiler J. Stable and clumped isotope characterization of authigenic carbonates in methane cold seep environments // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. – 2020. – Vol. 279. – 204–219.
4. Mansour A.S., Sassen R. Mineralogical and stable isotopic characterization of authigenic carbonate from a hydrocarbon seep site, Gulf of Mexico slope: Possible relation to crude oil degradation // *Marine Geology*. – 2011. – Vol. 281. – 59–69.
5. Peckmann J., Thiel V. Carbon cycling at ancient methane-seeps // *Chemical Geology*. – 2004. – Vol. 205. – 443–467.
6. Sassen R., Sweet S.T., Milkov A.V., DeFreitas D.A., Kennicutt M.C. Thermogenic vent gas and gas hydrate in the gulf of Mexico slope: Is gas hydrate decomposition significant? // *Geology*. – 2001. – Vol. 29. – 107–110.
7. Xi S., Zhang X., Du Z., Li L., Wang B., Luan Z., Lian C., Yan J. Laser Raman detection of authigenic carbonates from cold seeps at the Formosa Ridge and east of the Pear River Mouth Basin in the South China Sea // *Journal of Asian Earth Sciences*. – 2018. – Vol. 168. – 207–224.
8. Whiticar M.J., Faber E., Schoell M. Biogenic methane formation in marine and freshwater environments: CO₂ reduction vs. acetate fermentation-Isotope evidence // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. – 1986. – Vol. 50. – 693–709.
9. Sackett W.M. Carbon and hydrogen isotope effects during the thermocatalytic production of hydrocarbons in laboratory simulation experiments // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. – 1978. – Vol. 42. – 571–580.
10. Feng D., Chen D., Peckmann J., Bohrmann G. Authigenic carbonates from methane seeps of the northern Congo fan: Microbial formation mechanism // *Marine and Petroleum Geology*. – 2010. – 27. – 748–756.
11. Roberts H.H., Feng D., Joye S.B. Cold-seep carbonates of the middle and lower continental slope, northern Gulf of Mexico // *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*. – 2010. – Vol. 57. – 2040–2054.
12. Sun Y., Gong S., Li N., Peckmann J., Jin M., Roberts H.H., Chen D., Feng D. A new approach to discern the hydrocarbon sources (oil vs. methane) of authigenic carbonates forming at marine seeps // *Marine and Petroleum Geology*. – 2020. – Vol. 114. – 104230.
13. Гринько А.А., Гончаров И.В., Шахова Н.Е., Густафссон О., Обласов Н.В., Романкевич Е.А., Зарубин А.Г., Кашапов Р.С., Гершелис Е.В., Дударев О.В., Мазуров А.К., Семилетов И.П., Черных Д.В. Характерные особенности молекулярного состава органического вещества осадков моря Лаптевых в районах аномального выброса метана // *Геология и геофизика*. – 2020. – №4. – С. 560–585.
14. Anderson T.F., Arthur M.A. Stable isotopes of oxygen and carbon and their application to sedimentologic and paleoenvironmental problems. In: *Stable Isotopes in Sedimentary Geology*, Society of Economic Paleontology and Mineralogy. – Short Course 10. – Section 1.1-1.151.
15. Dubinina E.O., Miroshnikov A.Y., Kossova S.A., Shchuka S.A. Modification of the Laptev Sea Freshened Shelf Waters based on Isotope and Salinity Relations // *Geochemistry Int.* – 2019. – Vol. 57. – 1–19.

**ХЕМОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ
РАННЕПАЛЕОГЕНОВЫХ ГЛИНИСТЫХ ОТЛОЖЕНИЯ ЗАУРАЛЬЯ**

Смирнов П.В.

Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия

Изучение эоценовых отложений неизменно привлекает внимание исследователей по всему миру, в первую очередь, по причине приуроченности к этой эпохе гипертермальных событий – глобального катастрофического события на границе палеоцена и эоцена (PETM) и следующими за ним климатических оптимумов в раннем и среднем эоцене. Механизмы и динамика осадконакопления раннего палеогена иллюстрируют, в том числе, реакцию системы Земли на высокие глобальные температуры. Начиная примерно с 59 млн. лет назад, температура на поверхности Земли непрерывно повышалась в направлении палеоцен-эоценового климатического максимума (около 55 млн лет назад) и климатического оптимума раннего эоцена (ЕЕСО), расширенного интервала пика кайнозойского глобального потепления, который произошел приблизительно от 53,3 до 49,1 млн лет [5, 7, 8]. Последовавший далее климатический оптимум среднего эоцена (МЕСО, ~ 40 млн лет) был переходным периодом глобального потепления, затем сменившись тенденцией длительного кайнозойского похолодания [6].

В случае Западной Сибири, особый интерес к изучению осадочной летописи эоцена определяется и тем, что средний и поздний эоцен стал заключительным этапом эволюции мезозойско-кайнозойского морского бассейна Западной Сибири – в эту эпоху обширные пространства Западной Сибири занимало т.н. эоценовое «Тавдинское море» за сокращением, которого последовала полная переконфигурация палеогеографических условий и переход к континентальным обстановкам осадконакопления в Западной Сибири. Тавдинская свита P2tv впервые была установлена еще А.К. Богдановичем в 1944 г. как тавдинские слои [1], она формирует значительный объем кайнозойских отложений в пределах Западно-Сибирской низменности, в Зауралье и в северной части Тургайского прогиба. Формирование ее осадков было связано с последним этапом существования морского режима в истории Западно-Сибирского бассейна, когда еще поддерживалась устойчивая связь с северной частью Кавказско-Копетдагского моря через Тургайский пролив [2, 4].

Настоящая статья представляет первые результаты интерпретации выявленных вариаций распределения нормализованных к алюминию концентраций элементов, рассматриваемых в качестве геохимических индексов и фациальных индикаторов палеопродуктивности, терригенного сноса, окислительно-восстановительных условий.

Материалом для аналитических исследований послужили образцы керн из скважины глубиной 65 м на территории крупнейшего Кыштырлинского месторождения керамзитовых глин (Тюменская область) [3]. Расчет индексов производится с использованием массива данных определений элементного состава, выполненного методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. Соотношения элементов K/Al, Mg/Al, Rb/Al используют для реконструкции речного привноса терригенного материала, в то время как Ti/Al, Si/Al и Zr/Al позволяют зафиксировать объем привноса эолового материала. Биологически фракционированные элементы в составе карбонатов, кремнезема и органического вещества – Ba, Ni, Cu, Mo и Cd. Элементы, составляющие сульфиды и органо-металлические комплексы и пр. – Mo, V и U – как правило, тяготеют к аутигенным минеральным образованиям и способствуют анализу окислительно-восстановительных обстановок.

Первичный анализ геохимических данных позволяет заключить, что в глубинном профиле четко обособляются два интервала – верхний (глубины 1...30 м) – деплетированный элементами, которые принято рассматривать в качестве биологически значимых (Cu, Mo и др.), и нижний – 30...65 м – в котором дефицит этих элементов не устанавливается. Значение индексов детритового сноса – эолового переноса (Si/Al, Ti/Al), так и речного стока (K/Al, Rb/Al) комплиментарно на практически всех уровнях разреза. Общие колебательные изменения малой амплитуды этих индексов отражают локальные изменения, которые отражают циклическую смену уровней высокого и низкого стояния вод в трансгрессивно-регрессивной ритмике. Обращают внимание на себя несколько высокоамплитудных флуктуаций различных индикаторов, которые напрямую коррелируются между собой в одних и тех же интервалах – 15 м и 33 м. Этим уровням соответствуют одновременно резкие изменения значений индексов: палеопродуктивности – V/Cr и U/Th, уменьшения индекса химического выветривания CIA, рост индексов солёности Sr/Ba. Для этих же уровней характерны и незначительное уменьшение всех индикаторов детритового привноса. Предположительно, подобное сочетание параметров можно интерпретировать как выраженный трансфер морских водных масс, которые приводят к значительному, но кратковременному изменению положения объекта на профиле морского дна. Значения индекса интенсивности выветривания стабильно высокие и фиксируют доминирование химического выветривания над физическим.

Наиболее любопытным выводом по хемотратиграфическим данным является заключение об общем слабосолоноватом характере бассейна. Ранее Попов и др. [2] на основании изучения комплекса малакофауны из Кыштырлинского карьера актуализировали этот вопрос, отмечая, что многие диагностированные виды являются эвригалинными, способные жить при довольно значительном опреснении. Опресненность верхнего слоя воды, приводившая к резко выраженной галинной стратификации, для этого бассейна указывалась и ранее по диноцистовым данным [1]. Стратификация вод должна была иметь следствием затрудненный газовый режим в основной акватории бассейна, последним, вероятно, объясняется также частая пиритизация глин тавдинской свиты.

Исследование выполнено в рамках государственного задания «Динамика развития природной среды и геохимия осадочных толщ в эоцене в краевом юго-западном секторе древнего Западно-Сибирского моря»

Литература

1. Мартынов В.А., Сигов А.П., Чирва С.А. Западно-Сибирская плита // Стратиграфия СССР. Палеогеновая система. М.: Недра, 1975. – С. 315–329.
2. Попов С.В., Трубин Я.С., Смирнов П.В., Ордовский В.В., Гончарова И.А., Амитров О.В. О составе моллюсков тавдинской свиты эоцена Западной Сибири // Палеонтологический журнал. – 2019. – № 1. – С. 24–33.
3. Смирнов П.В., Дерягина О.И., Новоселов А.А., Трубин Я.С., Баталин Г.А., Гареев Б.И., Плюсин А.В. Глины тавдинской свиты эоцена: литогеохимические и седиментологические аспекты (Кыштырлинское месторождение, Западная Сибирь) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2019. – Т. 330. – № 11. – С. 130–144.
4. Akhmet'ev M.A. Problems of Paleogene stratigraphy and paleogeography in the middle latitudes of Eurasia // Russian Geology and Geophysics. – 2011. – V. – 52. – P. 1075–1091.
5. D'Onofrio R., Luciani V., Dickens G.R., Wade B.S., Kirtland Turner S. Demise of the Planktic Foraminifer Genus *Morozovella* during the Early Eocene Climatic Optimum: New Records from ODP Site 1258 (Demerara Rise, Western Equatorial Atlantic) and Site 1263 (Walvis Ridge, South Atlantic) // Geosciences. – 2020. – 10. – 88. <https://doi.org/10.3390/geosciences10030088>.
6. Galazzo B.F., Thomas E., Pagani M., Warren C., Luciani V., Giusberti L. The middle Eocene climatic optimum (MECO): A multiproxy record of paleoceanographic changes in the southeast Atlantic (ODP Site 1263, Walvis Ridge) // Paleoceanography. – 2014. – 29. – P. 1143–1161.
7. Zachos J.C., Dickens G.R., Zeebe R.E. An early Cenozoic perspective on greenhouse warming and carbon cycle dynamic // Nature. – 2008. – P. 451, 279–283.
8. Westerhold T., Röhl U., Donner B., Zachos J.C. Global Extent of Early Eocene Hyperthermal Events: A New Pacific Benthic Foraminiferal Isotope Record from Shatsky Rise (ODP Site 1209) // Paleoceanography and Paleoclimatology – 2018. – 33 p.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ И ПОЧВ ЗАБОЛОЧЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ РАЙОНА ОЗЕРА ПОЯНХУ (КИТАЙ)

¹Солдатова Е.А., ²Торопов А.С.

¹Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского, г. Москва

²Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

Район исследований приурочен к самому большому пресному озеру КНР (оз. Поянху) и расположен на севере провинции Цзянси (Китай). Район оз. Поянху представляет собой обширную заболоченную равнину (далее

будет употребляться термин «*ветланд*» по аналогии с английским «*Poyang Lake wetland*»), которая служит средой обитания редким видам животных. Экосистема *ветланда* оз. Поянху включена в список Рамсарской конвенции как одна из важнейших водно-болотных систем мира. В тоже время данная территория и окружающие её районы заняты сельскохозяйственными угодьями, здесь распространены выращивание риса и других культур (включая аквакультуры), птицеводство, животноводство. В сельском хозяйстве района исследований широко применяется искусственное обводнение, что оказывает влияние на формирование ландшафтов и геохимической обстановки.



Рис. 1 Положение района исследований и точек отробования

20...25 м [4]. Так называемые рисовые почвы, формирующиеся под влиянием обводнения, в соответствии с современной классификации почв Китая [5] могут быть отнесены к *Stagnic Anthrosols*.

В рамках изучения формирования и функционирования геохимических барьеров в пределах заболоченных территории в октябре-ноябре 2019 г. были отобраны образцы донных отложений естественного *ветланда* (P92, P94) и рисовых почв обводнённых полей (P103, P105) в бассейне р. Ганьцзян (рис. 1). Пробы донных отложений отобраны с поверхности. Отбор проб рисовых почв произведён послойно через 0,25 м до глубины 1 м по завершении сельскохозяйственного сезона.

Элементный анализ водных и кислотных вытяжек из донных отложений и почв выполнен в лаборатории методов исследования и анализа веществ и материалов (ГЕОХИ РАН, г. Москва) методами масс-спектрометрии и атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Процедура пробоподготовки донных отложений и почв включала высушивание до воздушно-сухого состояния, удаления из пробы остатков корней растений и т.п., растирания в агатовой ступке, просеивание через сито с диаметром отверстий 1 мм. После растирания и просеивания пробы распределяли слоем не более 1 см и отбирали пробу из 5 точек для анализа. Водную вытяжку готовили объёмно-весовым способом согласно [1] с использованием деионизированной воды (Milli-Q). Разложение проб для получения кислотных вытяжек осуществлялось с использованием HF, HClO₄, HNO₃, HCl, H₂BO₃ [3]. Дзета(ζ)-потенциал водных вытяжек определён на приборе Malvern ZETASIZER nano (МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва).

Химический состав донных отложений и рисовых почв оценён на основе расчёта коэффициента концентрирования (*K_к*), представляющего собой отношение содержания химического элемента в кислотной вытяжке из образца к среднему содержанию этого элемента в осадочных породах по данным [2]. Анализ изменения *K_к* показал, что содержания большинства изученных химических элементов в донных отложениях и рисовых почвах района оз. Поянху превышают аналогичные в осадочных породах. Наибольшие различия характерны для Te, W, Pb, Bi, также значительны отличия для Nb, Sn, Ta, Th, U (рис. 2). При этом изученные объекты в значительной степени обеднены Ca, Mg, Na, Sr, в меньшей степени V, Zr, Cd, и реже Fe, V, Mn, Co, Ni, Cu, Y, Mo, Hf. Содержания химических элементов в разрезе рисовых почв изменяются незначительно. Крайне неравномерно лишь распределение фосфора: его максимальное содержание наблюдается в интервале 0,5...0,75 м в точке P103 и 0,25...0,5 м в точке P105, ниже по разрезу оно резко снижается. Также наблюдается слабая тенденция к снижению содержания химических элементов вниз по разрезу в точке P105.

Для территории *ветланда* характерно постоянное изменение границы суша-вода из-за сезонных и годовых колебаний уровня воды в оз. Поянху и обильного накопления наносов [6]. Сельскохозяйственная деятельность носит сезонный характер: рисовые поля обводняют приблизительно в начале марта и осушают в конце октября.

Отложения в долинах рек и низменности непосредственно у оз. Поянху представлены в основном четвертичными глинами, в том числе красноцветными, суглинками, песками, гравием разной степени окатанности, илами. Мощность четвертичных отложений достигает 150 м, при среднем значении

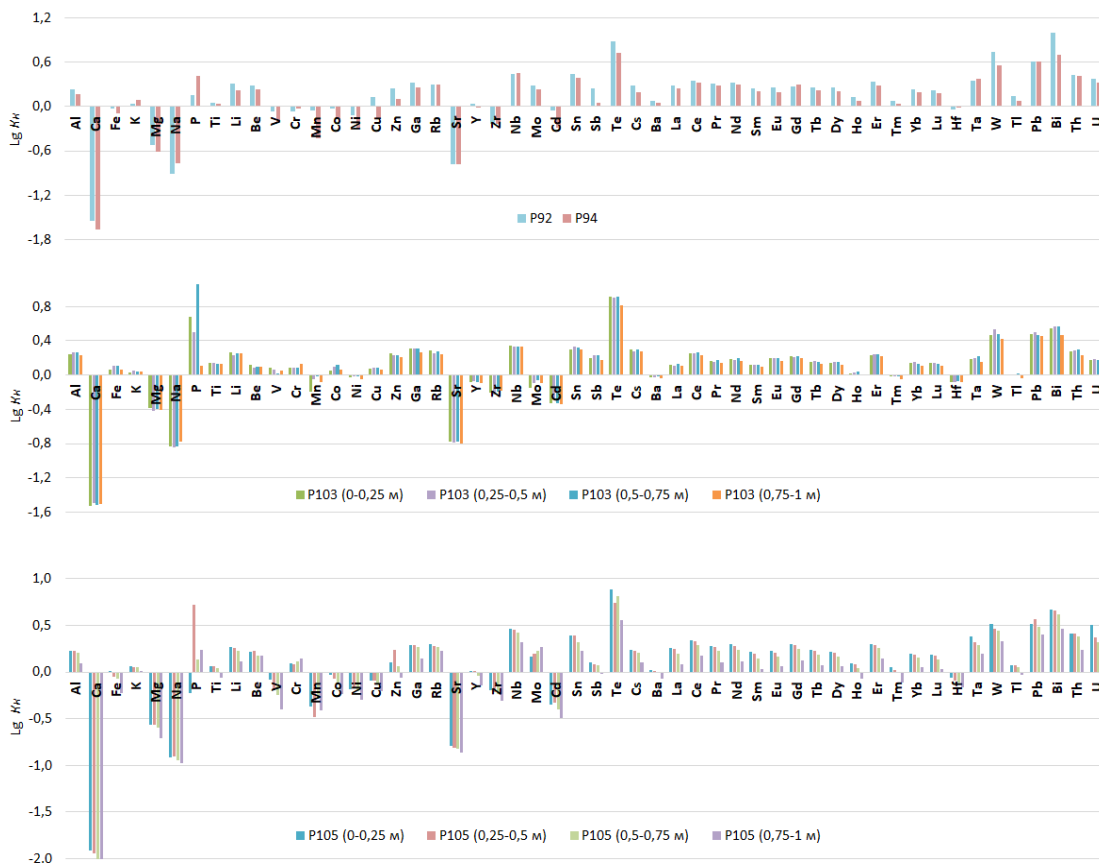


Рис. 2 Значения коэффициента концентрирования в образцах донных отложений и рисовых почв

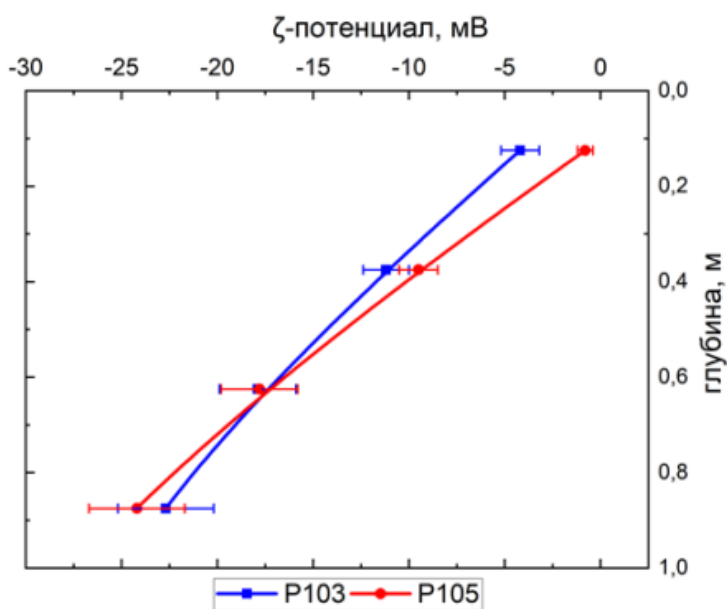


Рис. 3 Изменение ζ-потенциала с глубиной

Значение ζ-потенциала рисовых почв по модулю увеличивается с глубиной (рис. 3). При этом значение ζ-потенциала донных отложений сопоставимо с таковым для рисовых почв на глубине 0,5...0,75 м (–17,7 и –17,3 мВ для P92 и P94, соответственно). Значение ζ-потенциала выше 25 мВ (по модулю) подразумевает наличие сильно заряженных коллоидных частиц, что предотвращает их агрегацию и коагуляцию [7]. Снижение электрофоретической мобильности коллоидов и, как следствие, агрегативной устойчивости водорастворимых форм элементов вплоть до нулевых значений ζ-потенциала в верхнем горизонте рисовых почв вероятно связано с активной сельскохозяйственной деятельностью.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 19-77-00014. Определение ζ-потенциала произведено за счет гранта РФФИ №

19-33-60030.

Литература

1. ГОСТ 26423-85. Методы определения удельной электрической проводимости, pH и плотного остатка водной вытяжки. – М.: Стандартинформ, 2011. – 4 с.

2. Григорьев Н. А. Распределение химических элементов в верхней части континентальной коры. – Екатеринбург: УрО РАН, 2009. – 383 с.
3. Колотов, В.П., Жилкина, А.В., Широкова, В.И. и др. Новый подход к минерализации образцов в открытой системе для анализа геологических образцов методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой с улучшенными метрологическими характеристиками // Журнал аналитической химии. – 2020. – Т. 75. – № 5. – С. 394–407.
4. Geological memoirs. Series 1. Number 2. Regional geology of Jiangxi province. – Beijing: Geological publishing house, 1984. – 922 p.
5. Gong Z., Zhang G., Chen Z. Development of soil classification in China. In: Soil classification: a global desk reference / Edited by H. Eswaran et al. – CRC Press LLC, 2003. – P. 101–125.
6. Lei, S, Zhang, X. P., Li, R. F. et al. Analysis the changes of annual for Poyang Lake wetland vegetation based on MODIS monitoring // Procedia Environmental Sciences. – 2011. – Vol. 10 (Part B). – P. 1841–1846.
7. Shnoudeh A.J., Hamad I., Abdo R.W. et al. Synthesis, characterization, and applications of metal nanoparticles. In: Biomaterials and Bionanotechnology. – Academic Press, 2019. – P. 527–612.

ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЯ В ОСАДКАХ ОЗЕРА ТАЛОЕ (РЕСПУБЛИКА ХАКАСИЯ)

Хрущева М.О.

Научный руководитель - профессор А.И. Чернышов

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Соленые озера широко распространены как на территории Российской Федерации, так и за ее пределами [2, 4, 6, 8]. Такие озера характеризуются разнообразием минеральных видов, на которые оказывают влияние многие факторы: климатические условия района, состав коренных пород, тип и состав подземных вод района, характер питания водоема и т.д.

Урочище Талое озеро – типичный пример высокоминерализованного эфимерного водоема расположенного в условиях семиаридного климата. Для климата района характерны контрастные колебания температуры (жаркое, засушливое лето и морозная зима). Урочище Талое озеро представляет собой озерно-хемогенную равнину. Морфологически оно состоит из двух временных водоемов размерами 3300×960 м и 1610×385 м, вытянутых в субмеридиональном направлении, которые заполняются водой в периоды таяния снегов или выпадения интенсивных атмосферных осадков. Возраст рыхлых озерных отложений по данным А.Д. Котельникова с соавторами [3] оценивается как эоплейстоцен – нижнее звено неоплейстоцена. В настоящее время накопление осадков происходит посредством сноса обломочного материала в котловины озера. Коренные породы представлены карбонатно-терригенными отложениями тубинской свиты верхнего девона.

В рамках данной работы особое внимание уделено минералогическим особенностям озерных осадков. Основной для работы послужили 110 проб озерных осадков, отобранных по профилю через каждые 50 м с поверхности до глубины 1 м через каждые 10 см. Диагностика минеральных видов, осуществлялась с помощью рентгенофазового анализа, на дифрактометре X'PERT PRO фирмы PANalytical (Нидерланды) оснащенный рентгеновской трубкой с медным анодом. Съемка проводилась в области углов 2θ с 3 до 70 градусов. Интерпретация дифрактограмм осуществлялась на программном обеспечении HighScore с использованием международной базы данных PDF-4 Minerals 2021 (компании ICDD) [7]. Аналитические работы проводились на оборудовании центра коллективного пользования «Аналитический центр геохимии природных систем» ТГУ.

В результате проведенных аналитических работ в осадках озера Талое диагностированы следующие минералы: основные породообразующие минералы – кварц SiO_2 (до 37 %), глинистые минералы (до 46 %) и кальцит CaCO_3 (до 29 %); меньшим распространением характеризуются полевые шпаты (альбит $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ (до 15 %) и калиевый полевой шпат KAlSi_3O_8 (до 7%), гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (до 13 %) и галит NaCl (до 14 %); в малых концентрациях отмечаются доломит $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (до 5 %), анальцит $\text{Na}[\text{AlSi}_2\text{O}_6] \cdot \text{H}_2\text{O}$ (до 4 %); и редкие минералы – гематит Fe_2O_3 , пирит FeS_2 , тенардит Na_2SO_4 , астрахонит $\text{Na}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, ваттевиллит $\text{Na}_2\text{Ca}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, эпсомит $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, эугстерит $\text{Na}_4\text{Ca}(\text{SO}_4)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, целестин SrSO_4 и барит BaSO_4 (менее 1 %).

Исходя из полученного минерального состава, можно выделить две генетические ассоциации: терригенную и эвапоритовую. Терригенная ассоциация включает в себя не растворимые в воде минералы: кварц, глинистые минералы, полевые шпаты, анальцит, частично карбонаты. Состав терригенной ассоциации сопоставим с составом коренных терригенно-карбонатных пород. Особое внимание стоит уделить глинистым минералам, представленным железо-магнезиальным хлоритом, иллитом и смешанослойными образованиями иллит-монтмориллонитового ряда, которые являются типичными эпигенетическими минералами, образовавшимися в следствии разрушения полевых шпатов под действием щелочных озерных вод. Распределение минералов терригенной ассоциации по латерали озера и с глубиной достаточно однородное и равномерное.

Эвапоритовая ассоциация представлена преимущественно водорастворимыми минералами (с разной степенью растворимости): сульфатные минералы – гипс, тенардит, ваттевиллит, эпсомит, целестин и барит; галоиды – галит; карбонатные минералы – кальцит, доломит. В карбонатных минералах преобладающим минералом выступает кальцит, который может быть, как гидрогенным минералом, так и иметь обломочное происхождение. Для минералов эвапоритовой ассоциации характерна как латеральная, так и вертикальная зональности. По направлению от береговой линии озера к его центральной части наблюдается увеличение количества гипса и галита, до 13 % и 14 %, соответственно. Вблизи береговой линии гипс отсутствует. Вертикальная

зональность отражена в концентрации в верхней части разреза (непосредственно, в соляной корке сульфатных минералов и накопление повышенных концентраций галита) (рис).

Стоит отметить, что общее распределение минеральных видов в вертикальном разрезе сопоставимо со строением гидроморфных солончаков [1].

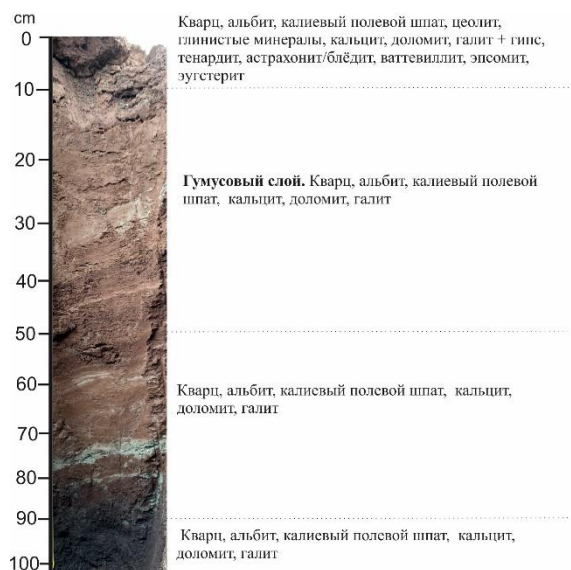


Рис. Распределение минералов в разрезе осадков озера Талос

Минералы эвапоритовой ассоциации в озере Талос выпадают из минерализованных вод преимущественно в процессе испарительного концентрирования. Осаждение гидрогенных минералов в озере происходит по схеме: карбонаты→сульфаты→галоиды. Согласно схеме эволюции рассола [5] осаждение эвапоритовых минералов начинается с кальцита. По мере его осаждения воды становятся более концентрированными и становится необходимо учитывать влияние иона магния, который способствует образованию доломита. Образование доломита возможно только тогда, когда в растворе соотношение ионов магния и кальция увеличивается, что невозможно без осаждения сульфатных минералов. Далее из раствора выпадают сульфатные минералы. В завершающей стадии процесса происходит повышение содержание хлорид-иона и начинается осаждение галита. Подобный процесс наблюдается в эфимерных озерах всего мира [4, 6, 8].

Таким образом, в ходе проведения настоящего исследования были получены следующие результаты.

Посредством рентгеновской дифрактометрии диагностированы минеральные виды в осадках озера Талос;

Минералы подразделяются на две генетические ассоциации: терригенную и эвапоритовую. В рамках каждой ассоциации прослежены закономерности распределения минеральных видов по латерали озера и вниз по разрезу до глубины 1 м;

Рассмотрен порядок осаждения минералов эвапоритовой ассоциации из рассолов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-35-90056 и Госзадания Министерства науки и высшего образования РФ (проект № 0721-2020-0041).

Литература

1. Водяницкий Ю.Н. Диагностика переувлажненных минеральных почв. – М.: ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 2008. – 82 с.
2. Даниленко И.В., Солотчин П.А., Солотчина Э.П. Минералогия голоценовых осадков малых озер Байкальского региона: связь с палеоклиматом. Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2015. – Т. 4. – С. 107–112.
3. Котельников А.Д. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 200 000. Издание второе. Серия Минусинская. Лист N-46-XIX (Усть-Бюрь). Объяснительная записка / Котельников А.Д., Макаренко Н.А., Дербан А.Г., Котельникова И.В., Филимонов А.Н., Сатаев Ф.Р., Третьяк А.И., Кренида О.А., Козулина Т.В. – Санкт-Петербург: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2018. – 330 с.
4. Abdi L. Sedimentology, mineralogy, and geochemistry of the Late Quaternary Meyghan Playa sediments / Abdi L., Rahimpour-Bonab H., Mirmohammad-Makki M., Probst J., Langeroud, S. R. // NE Arak, Iran: palaeoclimate implications. Arabian Journal of Geosciences. – 2018. – V. 11. – P. 589.
5. Eugster HP. Saline Lakes / Eugster HP, Hardie LA // Geology and Physics. Springer Verlag. – 1978. – P. 237–293
6. Onalgil N. Mineralogy, geochemistry and genesis of the modern sediments of Seyfe Lake, Kırşehir, central Anatolia, Turkey / Onalgil N, Kadir S, Külaha T, Eren M, Gürel A. Afr Earth Sci. – 2015. – V. 102. – P. 116–130.
7. PDF – 4 / Minerals 2021. – International Centre for Diffraction Data. SN: Mins210137-8673.
8. Roop HA. Seasonal controls on sediment transport and deposition in Lake Ohau, South Island, New Zealand: implications for a high-resolution Holocene paleoclimate reconstruction / Roop HA, Dunbar GB, Levy R, Vandergoes MJ, Forrest AL, Walker SL, Purdie J, Upton P, Whinney J. // Sedimentology. – 2015. – V. 62. – P. 826–844.

С Е К Ц И Я 3
МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ
ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ.
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ

ИССЛЕДОВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ
В ТОМСКОМ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Ворошилов В.Г.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Изучение месторождений полезных ископаемых, начиная с момента организации В.А. Обручевым в 1901 году Горного отделения, было ведущим научным направлением в Томском технологическом институте (ныне ТПУ). С 1904 года здесь начал читаться профессором Л.Л. Тове эксклюзивный курс по поискам и разведке золоторудных месторождений – «Золотое дело», а в 1924 году впервые в стране известным инженером И.С. Васильевым был прочитан курс лекций «Разведочное дело», в котором излагались новые подходы к поискам и разведке промышленных типов месторождений. «Курс разведочного дела» И.С. Васильева был издан в Ленинграде в 1929 году и стал первым в стране учебным руководством в прикладной геологии.

Созданная в 1930 году специализированная кафедра разведочного дела внесла огромный вклад в подготовку более 3000 горных инженеров, среди которых 3 Героя социалистического труда, 15 академиков и членов-корреспондентов Академии наук, 23 Лауреата Ленинской и Государственной премий, десятки крупных руководителей геологической отрасли и академической науки, более 100 докторов наук, более 100 первооткрывателей месторождений. Их учителями в разное время были М.А. Усов, Ф.Н. Шахов, И.А. Молчанов, А.М. Кузьмин и другие ведущие профессора. Созданная ими и развиваемая их последователями научная школа по исследованию месторождений полезных ископаемых в настоящее время представлено следующими направлениями.

Геология и геохимия месторождений благородных и редких металлов (научный руководитель профессор А.Ф. Коробейников, д.г.-м.н., профессор, Заслуженный геолог РФ, Заслуженный деятель науки РФ, Почетный разведчик недр Республики Казахстан, Заслуженный профессор ТПУ, лауреат премии РАН им. акад. В.И. Смирнова, Лауреат премии Томской области в сфере образования, науки, здравоохранения, культуры).

Главные результаты работы:

впервые в мире установлено явление мобилизации золота мантийными флюидами из глубинных пород мантии до 50 % от его содержания в исходных породах;

определены закономерности концентрации благородных и редких металлов в магматических, метасоматических, рудных образованиях земной коры;

разработаны новые критерии прогнозирования золотых и комплексных благородно-редкометалльных месторождений, в том числе крупных и сверхкрупных, на основе исследования мантийно-коровых рудообразующих систем (многие аспекты таких исследований выполнены впервые в мире).

Металлогения золота (научный руководитель профессор И.В. Кучеренко, д.г.-м.н., профессор, Заслуженный геолог РФ, Почетный работник высшего профессионального образования РФ, действительный член Академии естествознания России).

Главные результаты работы:

усовершенствована методология формационных исследований в рудной геологии;

разработан и используется в практике принципиально новый прогнозно-поисковый комплекс для мезотермальных золотых месторождений в составе геодинамического, магматического, петрохимического, изотопно-геохимического критериев.

Металлогения складчатых поясов (научный руководитель профессор А.К. Мазуров, д.г.-м.н., профессор, Заслуженный геолог РФ, Почетный разведчик недр республики Казахстан, Академик РАЕН).

Главные результаты работы:

впервые разработана классификация месторождений полезных ископаемых Казахстана на новой геодинамической основе;

установлено разнообразие металлогенических комплексов транзиталей Казахстана (островодужных структур и окраинно-континентальных вулcano-плутонических поясов);

выявлено различие металлоносности одинаковых геодинамических зон в зависимости от типа коры;

разработаны научные основы прогноза минеральных ресурсов на новой геодинамической концепции.

Геохимические методы прогнозирования и поисков рудных месторождений (научный руководитель профессор В.Г. Ворошилов, д.г.-м.н., профессор, Почетный разведчик недр РФ, Почетный работник Высшего профессионального образования РФ, Лауреат премии Томской области в сфере образования, науки, здравоохранения, культуры).

Главные результаты работы:

СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ

– разработана концепция формирования аномальных геохимических полей гидротермальных месторождений; установлена причинно-следственная связь между стрессом геохимических полей и масштабностью оруденения;

– разработана методика геометризации и количественной оценки аномальных геохимических полей гидротермальных месторождений золота, опирающаяся на комплекс многомерных математических процедур;

– разработана классификационная схема для типизации аномальных структур геохимических полей применительно к гидротермальным месторождениям золота; установлены общие черты и специфические особенности месторождений различных геолого-промышленных типов;

– разработан комплекс критериев для прогнозной оценки территорий на золото по геохимическим данным.

Структурно-вещественное дешифрирование спектрозональных космических материалов (научный руководитель Ю.С. Ананьев, д.г.-м.н., доцент)

Главные результаты работы:

разработана методика обработки и дешифрирования современных спектрозональных снимков;

определены структурно-вещественные критерии рудных полей и месторождений различных формационных типов;

разрабатывается методика комплексирования дистанционных и литогеохимических исследований при прогнозно-поисковых работах.

Комплексная оценка каменноугольно-пермских отложений и разработка промышленно-энергетической классификации ископаемых углей (научный руководитель В.П. Иванов, д.г.-м.н., доцент)

Главные результаты работы:

разработаны на основе инфракрасной спектроскопии показатели Пг (гелификации), Пв (восстановленности) и Пм (метаморфизации), отражающие особенности образования каменных углей на стадии седиментогенеза и литогенеза: степень гелификации, восстановленности и метаморфизации органического вещества в каменноугольно-пермский период угленакопления;

в углях Кузнецкого бассейна установлено два вида восстановленности: флористическая, отражающая смену палеоклиматических условий, палеоландшафтных обстановок, тип болот и состав растений-углеобразователей в разные геологические периоды угленакопления, и литофациальная, отражающая геодинамические условия образования фаций углеобразования в отдельном цикле осадочного комплекса;

выявлена общая зависимость изменения степени гелификации и восстановленности в угленосных формациях от геологических факторов в поясах угленакопления каменноугольного и пермского возрастов;

предложен новый подход разграничения коксующихся углей и выделения в них коксообразующих углей, как ценных для производства доменного кокса на основе показателей ККС (коксующаяся способность ископаемого угля) и КПТК (прочность тела коксового остатка);

предложена новая методология унификации ископаемых углей и типизации угольных запасов/ресурсов на основе оценки их промышленно-генетической ценности.

Геология и металлогения осадочных бассейнов (научный руководитель М.А. Рудмин, к.г.-м.н., доцент)

Главные результаты работы:

выдвинута новая флюидо-динамическая (эксгалиционная) гипотеза генезиса морских железняков на примере Бакчарского месторождения (Западная Сибирь), отражающая глубинный источник основных металлов;

описана связь между периодами образования осадочных железняков Западной Сибири с глобальными палеоклиматическими и геологическими событиями верхнего мела и палеогена;

выявлены минералого-геохимические доказательства мобилизации метана через морские отложения древнего эпиконтинентального Западно-Сибирского моря на рубеже палеоцена и эоцена (55.6 млн. лет назад) в течении максимума кайнозойского климатического максимума;

установлено влияние кислородных условий на формирование и химический состав глауконита в мел-палеогеновых отложениях юго-восточной части Западной Сибири.

охарактеризованы минеральные формы редкоземельных элементов в ооидовых железных рудах и дана оценка их ресурсного потенциала;

описаны специфические процессы минералообразования, выраженные в карбонатизации и сульфидизации, в современной торфяной залежи Васюганского болота (Западная Сибирь); охарактеризованы условия формирования глинистых минералов в донной части торфяной залежи Васюганского болота;

разработана схема получения калийных солей из глауконита с использованием методов обжига и химического выщелачивания;

выявлено положительное влияние глауконитовых пород Бакчарского месторождения и продуктов их физического обогащения (глауконитовые концентраты) на рост сельскохозяйственных культур (овес обыкновенный, *Avena Sativa*). На основе полевых опытов доказан пролонгированный стимулирующий эффект на рост и развитие растений при добавлении в почвы глауконитовой породы.

Основная масса исследований выполняется в Лаборатории геологии золота, оснащенной современным научным оборудованием, позволяющим исследовать вещественный состав руд и физико-химические условия их образования: сканирующим электронным микроскопом TESCAN VEGA 3 SBU с энергодисперсионным спектрометром OXFORD X-Max 50; конфокальным микроскопом комбинационного рассеяния DXR Smart Raman Microscope, энергодисперсионным рентгенофлуоресцентным микроскопом HORIBA XGT-7200; комплексом атомно-абсорбционных спектрометров фирмы Varian; ИК-спектрометром IRPrestige-21; компьютерным комплексом для исследования газовой-жидкой включений в минералах на основе микротермокамеры MDSG600 фирмы «Lincam» и микроскопа «Axio Imager».

Изучение молекулярных свойств углей проводится в специализированной лаборатории, оснащенной автоматизированной установкой для исследования молекулярной структуры углей на базе ИК-спектроскопии.

Проводимые исследования поддержаны грантами различного уровня.

Прогнозирование, поиски и оценка комплексных месторождений благородных и редких металлов. Грант Президента РФ «Развитие системы ведущих научных школ как среда генерации знаний и поддержки научно-педагогических кадров высшей квалификации»; научный руководитель А.Ф. Коробейников).

Изучение закономерностей формирования, размещения и прогнозирования комплексных нетрадиционных месторождений золота, платиновых и редких металлов. Грант Президента РФ для государственной поддержки ведущих научных школ; научный руководитель А.Ф. Коробейников).

Структурно-минералогические изменения и технология активации монтмориллонита для создания современных удобрений контролируемого действия. Грант Президента РФ (научный руководитель М.А. Рудмин).

Создание моделей формирования и методов прогноза крупных и уникальных месторождений драгоценных металлов в Сибирском регионе. Грант Министерства образования и науки РФ (научный руководитель А.Ф. Коробейников).

Закономерности формирования комплексных месторождений золота и платиновых металлов в зонах рифтогенеза. Грант РФФИ (научный руководитель А.Ф. Коробейников).

Исследование закономерностей формирования геохимических полей гидротермальных золоторудных месторождений. Целевая программа Министерства образования и науки «Развитие научного потенциала высшей школы» (научный руководитель В.Г. Ворошилов).

Геология и геохимия благородных и редких металлов: мантийно-коровые источники. Целевая программа Министерства образования и науки «Развитие научного потенциала высшей школы» (научный руководитель А.Ф. Коробейников).

Прогнозирование и оценка золотоносности черносланцевого и кристаллического субстрата мезотермальных золоторудных полей на основе петролого-геохимических исследований. ФЦП Министерства образования и науки «Кадры» (научный руководитель А.К. Мазуров).

Изучение закономерностей распределения благородных и редких металлов в железных рудах Бакчарского месторождения. Грант РФФИ (научный руководитель А.Я. Пшеничкин).

Биогеохимические циклы, источники металлов и эволюция вещества в мел-палеогеновых морских железорудных месторождениях. Грант РНФ (научный руководитель А.К. Мазуров).

Генезис континентально-осадочных железняков: связь биогеохимического цикла железа с региональными и глобальными геологическими процессами. Грант РНФ (научный руководитель М.А. Рудмин).

Исследование глинистых минералов как экологически чистых удобрений пролонгированного действия. Грант РФФИ. Совместный проект с Департаментом науки и технологии правительства Индии (руководитель научной группы М.А. Рудмин).

Процессы образования железистых сфероидов Бакчарского месторождения. Грант РФФИ (научный руководитель М.А. Рудмин).

Изучение ферромагнитных сульфидов в осадочных отложениях древнего Западно-Сибирского моря. Грант РФФИ (научный руководитель М.А. Рудмин).

Глауконитовые породы – источник экологически чистого минерального удобрения в Западной Сибири. Грант РНФ (научный руководитель М.А. Рудмин).

Исследование глауконита как попутного компонента при освоении железных руд Бакчарского месторождения (Томская область). Грант РФФИ (научный руководитель М.А. Рудмин).

Исследование глауконита как попутного компонента при освоении железных руд Бакчарского месторождения (Томская область). Грант РФФИ (научный руководитель А.К. Мазуров).

В рамках научных направлений выполняются прикладные исследования по заказам с производственными и научно-исследовательскими организациями: ОАО «Полиметалл», ПАО «Полус», ОАО «Горно-Алтайская экспедиция», ТОО «Центргеолсьемка» (Республика Казахстан), Институтом угля СО РАН, ООО «Недра Кузбасса», ООО «Богуславец», ООО «Тетис-Т» и другими.

По результатам исследований в последние 5 лет опубликовано более 50 статей в ведущих научных журналах России и мира, включая Science, Nature Communications, Marine and Petroleum Geology, Geochemistry, Geophysics, Geosystems, Ore Geology Review и пр. Научные разработки поддержаны Дипломами: Международных выставок «Гео-Сибирь-2006», «Интерэкспо Гео-Сибирь 2013», Всероссийской выставки-форума MINexpo «Минеральные ресурсы и горное дело» (Москва, 2006 г.), Всероссийской молодежной научно-практической конференции «Современные исследования в геологии» (Санкт-Петербург, 2018 г.), Четвертом Российском Совещании по глинам и глинистым минералам – Глины-2019 (Москва, 2019 г.), Молодежной научной школе-конференции «Актуальные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии» (Санкт-Петербург, 2020 г.).

Литература

1. Ананьев Ю.С., Житков И.Г., Поцелуев А.А. Прогнозно-поисковая модель эпitherмальных Au-Ag месторождений кислотного-сульфатного типа по данным дешифрирования современных космических снимков (на примере рудного поля Светлое, Хабаровский край) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2019. – Т. 330. – № 5. – С. 84–92.
2. Ворошилов В.Г. Вихревая природа рудогенных геохимических полей // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 321. – № 1. – С. 46–51.

*СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. СОВРЕМЕННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ.
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ*

3. Ворошилов В.Г. Аномальные структуры геохимических полей гидротермальных месторождений золота: механизм формирования, методика геометризации, типовые модели, прогноз масштабности оруденения // Геология рудных месторождений. – 2009. – Т. 51. – № 1. – С. 3–19.
4. Ворошилов В.Г. Геохимические поля гидротермальных месторождений золота. – Томск: Изд-во СТТ, 2011. – 293 с.
5. Ворошилов В.Г., Ананьев Ю.С. Механизмы формирования и методы выявления разноранговых аномальных геохимических полей // Разведка и охрана недр. – 2013. – № 8. – С. 41–45.
6. Ворошилов В.Г., Ананьев Ю.С., Тимкин Т.В. Комплексирование геохимических исследований и геологического дешифрирования космоснимков – новый подход к выделению рудоносных площадей // Региональные геохимические работы как основа для оценки рудоносности и нефтегазоносности территорий: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 28-30 Апреля 2015. – Москва: ФГУП "ИМГРЭ", 2015 – С. 42–43.
7. Иванов В.П. Особенности выделения технологических групп в марках при подсчёте запасов углей // Разведка и охрана недр. – 2017. – № 6. – С. 42–47.
8. Иванов В.П. Основные направления использования каменных углей и типизация запасов // Рациональное освоение недр. – 2017. – № 3. – С. 60–65.
9. Иванов В.П. Промышленно-энергетическая классификация для оценки рационального использования углей // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2015. – Т. 326. – № 7. – С. 104–111.
10. Коробейников А.Ф., Ананьев Ю.С., Гусев А.И., Ворошилов В.Г., Номоконова Г.Г., Пшеничкин А.Я., Тимкин Т.В. Рудно-метасоматическая и геохимическая зональность золоторудных полей и месторождений складчатых поясов Сибири. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – 458 с.
11. Коробейников А.Ф. Прогнозирование и поиски месторождений полезных ископаемых: учебник для бакалавриата и магистратуры – М.: Юрайт, 2019. – 254 с.
12. Коробейников А.Ф., Ананьев Ю.С., Гусев А.И. Мантийно-коровые рудообразующие системы, концентрирующие благородные металлы: монография. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 261 с.
13. Кучеренко И.В. Проблемы образования гидротермальных месторождений золота. Ч. 1, Магматогенные геолого-генетические концепции // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – Т. 322. – № 1: Науки о Земле. – С. 11–18.
14. Кучеренко И.В. Формационный метод в геологии золота: итоги и перспективы реализации в генетических и металлогенических исследованиях // Золото и технологии. – 2015. – № 1 (27) . – С. 108–120.
15. Кучеренко И.В., Гаврилов Р.Ю., Синкина Е.А. Золоторудное месторождение Чертово Кoryто: геология, рудно-минеральные комплексы, генезис: монография. – Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2016. – 372 с.
16. Кучеренко И.В., Гаврилов Р.Ю., Мартыненко В.Г., Верхозин А.В. Структурно-динамическая модель золоторудных месторождений, образованных в несланцевом и черносланцевом субстрате. Ч. 1, Беркульское месторождение (Кузнецкий Алатау) // Известия Томского политехнического университета. – 2008. – Т. 313, № 1: Науки о Земле. – С. 12–26.
17. Мазуров А.К. Прогнозно-минерогенетические исследования при составлении государственной геологической карты-200 второго поколения // Разведка и охрана недр. – 2010. – № 11. – С. 43–46.
18. Мазуров А.К., Рудмин М.А., Байболова Ш.Ж., Кряжева Т.В. Колчеданные месторождения энзиматических островных дуг Казахстана на примере месторождения Абыз // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2020. – Т. 331. – № 4. – С. 28–37.
19. Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С., Житков В.Г. Дистанционные методы геологических исследований, прогнозирования и поисков месторождений полезных ископаемых: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2019. – 192 с.
20. Рудмин М.А., Мазуров А.К., Рева И.В., Стеблецов М.Д. Перспективы комплексного освоения Бакчарского железорудного месторождения (Западная Сибирь, Россия) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2018. – Т. 329. – № 10. – С. 85–94.
21. Рудмин М.А., Мазуров А.К. Оолитовые руды Бакчарского железорудного узла (Томская область) // Доклады Академии наук. – 2016. – Т. 471. – № 5. – С. 575-578.
22. Rudmin M., Reva I., Sokol E., Abdullayev E., Ruban A., Kudryavtsev A., Tolkachev O., Mazurov A. Minerals of Rare Earth Elements in High-Phosphorus Ooidal Ironstones of the Western Siberia and Turgai Depression // Minerals. – 2020. – Vol. 10, Iss. 1. – P. 11–16.
23. Shirazy A., Ziaii M., Hezarkhani A. Timkin T., Voroshilov V. Geochemical behavior investigation based on k-means and artificial neural network prediction for titanium and zinc, Kivi region, Iran // Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering. – 2021. – Vol. 332. – № 3. – P. 113–125.
24. Ziaii M., Safari S., Timkin T., Voroshilov V., Yakich T. Identification of geochemical anomalies of the porphyry-Cu deposits using concentration gradient modelling: A case study, Jebal-Barez area, Iran(Article) // Journal of Geochemical Exploration, Volume 199, April 2019. – P. 16–30.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ ЖЕЛЕЗНЯКОВ
ЧУЛЫМО-ЕНИСЕЙСКОЙ ВПАДИНЫ**

Доценко Н.Е., Рудмин М.А.

Научный руководитель - доцент М.А. Рудмин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

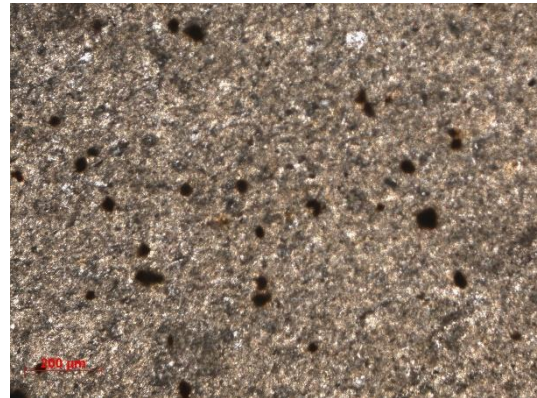
Чулымо-Енисейская депрессия расположена в юго-восточной части Западно-Сибирской низменности. В составе рыхлых толщ депрессии, наряду с юрскими и четвертичными отложениями, широко распространены континентальные меловые отложения, характеризующиеся сложным строением и составом. Данные образования подразделяются на несколько свит, выделенных А.Р. Ананьевым в 1948 [1] и впоследствии доизученных И.В. Лебедевым в 1958 [2], по особенностям литологического состава и палеонтологических остатков. Авторы заключили, что возраст свит расположен в пределах от нижнего мела (илекская, кийская свиты) до верхнего (симоновская, касская и сымская свиты). Однако С.В. Щепетов (2018) в результате исследования флоры мелового возраста Чулымо-Енисейской впадины [3] установил, что отложения целесообразнее подразделять всего на 2 свиты: илекскую (нижний мел) и симоновскую (верхний мел), включающую в себя все ранее выделенные И.В. Лебедевым свиты (кийская, сымская). Меловой период данной области связан с континентальным осадконакоплением, в то время как основная часть Западно-Сибирской равнины представляла собой трансокеанический морской бассейн [4]. На фоне накопления континентальных железняков в пределах Чулымо-Енисейской впадины [1] в пределах юго-восточной части древнего Западно-Сибирского моря формировались огромные залежи морских ооидовых железных руд [5, 6]. В этом аспекте авторами было запланировано исследование континентальных железняков для последующего сравнительного анализа условий рудообразования. Ооидовые железняки – это осадочные породы, состоящие по меньшей мере из 15 % железа и, имеющие на сегодняшний день дискуссионное происхождение [7, 8]. Цель настоящей работы заключалась в первоочередной характеристике вещественного состава верхнемеловых железняков и вмещающих пород Чулымо-Енисейской впадины для оценки их рудовмещающего потенциала.

В данной работе приведены результаты исследования минерального и химического состава верхнемеловых высокожелезистых отложений Чулымо-Енисейской депрессии. Отбор образцов для изучения выполнялся в обнажениях по правому берегу реки Кия, а именно, в двух районах: возле д. Кубаево и д. Шестаково (Кемеровская область). Комплекс аналитических методов включал петрографический анализ, сканирующую электронную микроскопию (СЭМ, TESCAN Vega 3 SBU), рентгенофлуоресцентный анализ (РФА, HORIBA XGT-7200), масс-спектрометрию с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС, ELAN DRC-e).

В изучаемых отложениях ведущую роль занимают песчаники и алевриты, а также их разновидности. В подчиненном значении в верхних горизонтах встречаются конгломераты. Для песчаников характерна псаммитовая структура и неоднородная, косослоистая текстура. Представлены преимущественно кварцем и полевыми шпатами (микроклин, плагиоклаз), в меньшем значении присутствуют обломки амфибола (роговая обманка). Размер зерен варьируется в диапазоне около 0.1 мм. В некоторых частях присутствуют прослои ожелезнения, заполненные карбонатным минералом – сидеритом (рис. а). Алевриты занимают доминирующее положение в составе отложений. Структура алевритовая, текстура однородная с выраженной ориентировкой зерен в одном направлении. Размер зерен 0,01 мм. Обломки представлены кварцем, полевыми шпатами (микроклин, плагиоклаз), отдельными включениями наблюдаются зерна хлорита. В сравнении с песчаниками, сидеритизация в алевритах проявлена слабее. Наблюдаются отдельные зёрна сидерита размером до 0,1 мм, которые могут иметь параавтохтонную природу (рис. б).



а



б

Рисунок. Фотографии петрографических шлифов пород (объектив x10).

а – песчаник с прослоями сидерита (размер прослоев 0.5 мм);

б – ярко выраженные вкрапления сидерита в мелкозернистом алеврите

Для железняков характерно обильное количество карбонатов (до 70 %), представленных сидеритом и кальцитом. Породы характеризуются однородной текстурой и мелкозернистой структурой. Размер зерен не превышает 0.1...0.5 мм. В составе из аллотигенных минералов выделяется кварц, альбит и другие полевые шпаты с

СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ

редкими зернами магнетита, рутила, монацита, титаномагнетита, гематита, галита и барита. Аутигенные минералы представлены зернами кальцита размером от 10 до 50 мкм и скоплениями гидрогетита и лепидокрокита. В породах отмечается около 15...20 % глинистых минералов (филлосиликатов), которые часто образуют отдельные ступки с выраженной слоистой микроструктурой. Состав филлосиликатов меняется, с преобладанием минералов группы иллита и хлорита. Карбонатные минералы выполняют роль цементирующего материала, однако встречаются и в виде отдельных агрегатов.

Химический состав железняков, на основании данных РФА, характеризуется следующими вариациями основных оксидов: SiO₂ 51,8...61,9 %, Al₂O₃ 13,1...15,7%, Fe₂O₃(общ) 8,2...16,4 %, MgO 0,6...3,0 %, K₂O 1,9...2,5 %, TiO₂ до 1,2 %, P₂O₅ 0,1...0,2 %. В осадочной последовательности наблюдаются слои с повышенным содержанием кальция (СаО до 23,6 %) связанные с карбонатно-терригенными литотипами.

По данным ИСП-МС для железняков характерны повышенные содержания Zr, Cr, Ba, а также лёгких редкоземельных элементов, таких как Ce, La, Nd. Содержание последних, по всей видимости, связанной с примесью аллотригенного монацита.

Из данных, полученных в ходе исследования верхнемеловых отложений Чулымо-Енисейской депрессии, можно сделать следующие выводы.

1. Верхнемеловые породы представлены осадочными породами различных разностей. Среди литотипов преобладают алевролиты и мелкозернистые песчаники. В верхних частях разреза наблюдаются конгломераты. Из структурно-текстурных особенностей пород стоит выделить прослойки и ступки, представленные сидеритом. Некоторые песчаники характеризуются отличительной косослоистой текстурой.

2. В отложениях происходило образование сидерита, что может быть связано с условиями заболачивания пойменных осадков. Повышенная доля сидерита отмечается в железняках, химизм которых отличается относительно высокими содержаниями кальция и железа.

3. Карбонатно-гидрооксидная минерализация отложений отражается в их геохимических особенностях. Обогащенные сидеритом породы имеют повышенные содержания редкоземельных элементов цериевой группы (Ce, La, Nd).

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант № 20-77-00007).

Литература

1. Ананьев А.Р. К изучению меловых отложений Чулымо-Енисейского бассейна // Ученые записки Томского государственного университета. – 1948. – № 3. – С. 3–21.
2. Лебедев И.В. Меловые отложения Чулымо-Енисейской впадины // Известия Томского политехнического института. – Томск, 1958. – Т.90 – С. 3.
3. Щепетов С.В. К вопросу о стратиграфии и флоре меловых отложений Чулымо-Енисейского района, Западная Сибирь // ФГУП «Издательство «Наука». – Санкт-Петербург, 2018. – С. 139 – 140.
4. Конторович А.Э. и др. Палеогеография Западно-Сибирского осадочного бассейна в меловом периоде // Геология и геофизика. – 2014. – № 5–6 (55). – С. 745–776.
5. Rudmin M., Mazurov A., Banerjee S. Origin of ooidal ironstones in relation to warming events: Cretaceous-Eocene Bakchar deposit, south-east Western Siberia // Marine and Petroleum Geology. 2019. (100). – P. 309–325.
6. Rudmin M. [et al.]. Ooidal ironstones in the Meso-Cenozoic sequences in western Siberia: assessment of formation processes and relationship with regional and global earth processes // Journal of Palaeogeography. – 2020. – № 1 (9). – P. 1–21.
7. Young T.P. Phanerozoic ironstones: an introduction and review // Geological Society, London, Special Publications. – 1989. – № 1 (46). – P. 9–25.
8. Kimberley M.M. Debate about ironstone: has solute supply been surficial weathering, hydrothermal convection, or exhalation of deep fluids? // Terra Nova. – 1994. – № 2 (6). – P. 116–132.

МОРФОЛОГИЯ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ТЕЛ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ ЖУАНТОБЕ (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАЗАХСТАН)

Емлс А.С.

Научный руководитель - профессор В.В. Коробкин

Казахстанско-Британский технический университет, г. Алматы, Республика Казахстан

Район исследуемого месторождения можно отнести к числу наиболее исследованных районов Центрального Казахстана. История исследования региона началась в начале 20-го века, когда на территории района была проведена редкая сеть маршрутов исследователями А.А. Аносовым и А.А. Козыревым. Описание территории посвящено большое количество фондовых работ, выполненных в разные годы различными организациями и исследователями. Особенности геологического строения региона отражены в многочисленных опубликованных научных работах.

Месторождение Жуантобе было открыто в 1964 году. Жуантобе рассматривалось как мелкое промышленное месторождение, недостаточно изученное на глубину.

В 2016-2018 г.г. ТОО «Вару Mining» на месторождении Жуантобе провело геологоразведочные работы, в результате которых рудные зоны были оконтурены на флангах и на глубину, и была дана оценка его промышленной значимости. Автор данной статьи был задействован в составе геологоразведочного отдела во время проведения геологоразведочных работ на месторождении.

Для вскрытия рудного тела с поверхности пройдено 12 канав общим объемом 5131,2 м³ [2], пробурено 116 скважин общим метражом 18440,2 п.м. В ходе детальных геологоразведочных работ были выделены два участка Восточный и Западный Жуантобе.

В результате работ на месторождении Жуантобе выделены две генетические формации – широко распространены скарновые магнетитовые руды, имеющие контактово-метасоматический генезис, и редко встречающиеся кварцево-гематитовые руды, образующие жилы и имеющие гидротермальный генезис.

Скарновые магнетитовые руды сложены магнетитом с очень незначительной примесью (доли процента, редко до первых процентов) гематита, гидроокислов железа, пирита, халькопирита, пирротина, валлерита.

Западный участок

Западный участок представляет собой небольшой изометричный останец в кровле Кызылэспинского массива гранитоидов, размерами 320...330x340...350 м.

Обнаженность и дешифрируемость пород в целом плохая, практически вся площадь перекрыта супесями. Дешифрируются только отдельные элементы разрывной тектоники и отдельные фрагменты пачек пород. Редко небольшие участки выходов коренных пород и кор выветривания.

Останец сложен скарноидами, часто полнопроявленными по терригенным и апокарбонатным породам шумекской свиты, прорванными телами субвулканитов кислого состава. Скарноиды магнезиальные, в основном, пироксен-диопсидовые с редкими линзами волластонитовых скарнов.

Выход рудного тела на поверхность имеет простирание 130...140°. Размеры выхода 250...260x190...200 м. Мощность рудного тела по данным бурения до 120...150 м. Рудное тело практически однородное с немногочисленными мелкими линзами скарноидов. Магнетит образует линзовидные прожилки, пропластки и сплошные скопления. Текстура руд массивная и прожилково-вкрапленная.

Кроме того, в южной части выхода откартированы две линзы кварц-гематитовой руды, представляющие собой гидротермальный тип оруденения. Линзы локализованы в гранитах. Мощность линз 12 и 16 м, длина по простиранию 40...50 м, по данным магниторазведки эти тела отмечаются положительной магнитной аномалией интенсивностью до 3 000 гамм, что свидетельствует о присутствии магнетита.

Магниторазведочными работами устанавливается положительная магнитная аномалия интенсивностью до 35 000 гамм. Протяженность аномалии 260...270 м при максимальной ширине 170 м. Количественная интерпретация данных магниторазведки позволяет считать, что рудное тело распространяется до глубины 150 м с падением на юго-запад под углами 60...70°.

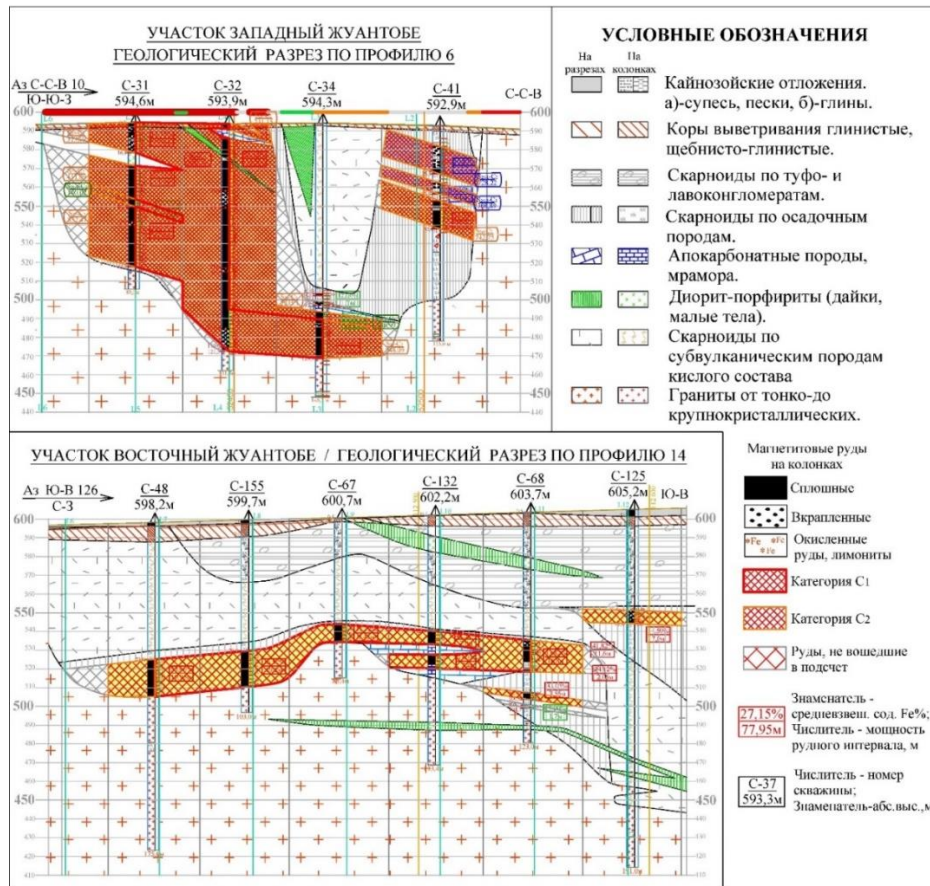


Рисунок. Участок Западный Жуантобе. Геологический разрез по профилю 6 и Участок Восточный Жуантобе. Геологический разрез по профилю 9

СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ

Восточный участок

Восточный участок представляет собой останец кровли в восточной краевой части Кызылэспинского массива.

Обнаженность слабая, практически вся площадь перекрыта супесями, мощность которых от первых десятков сантиметров до первых метров. В северной и западной части участка ниже супесей вскрыты неогеновые глины, их мощностью от первых метров до десятков метров. В восточной части участка обнаженность лучше.

На поверхности фундамента выходят скарноиды по терригенным породам (песчаники, алевролиты, кремнистые породы), апокарбонатные породы, немногочисленные магнетитовые руды.

Выходы магнетитовых руд наблюдаются в северной половине участка. Выходы изометричные и реже вытянутые в субмеридиональном направлении. Размеры до 100...110х140...150 м. Мощность руды от первых метров до 50...70 м. Форма рудных тел линзовидная, линзы разных размеров и неравномерно распределены по разрезу.

Большая часть площади перекрыта с несогласием туфоконгломератами, туфоагломератами, туфами и вулканитами кислого состава среднедевонской риолитовой толщи.

На западе и востоке Восточного участка толща скарноидов и апокарбонатов прорваны субвулканическими телами кислого состава.

Скарновые месторождения железа представляют собой один из наиболее интересных промышленно-генетических типов месторождений, подробно изучаемых с 20-х годов прошлого столетия (то есть в течение почти 100 лет) [1].

Геологическое строение месторождения Жуантобе весьма простое. Месторождение представляет собой останцы скарнированных осадочных пород в кровле крупного интрузива гранитоидного состава. Тела в целом хорошо изучены, минералогический состав достаточно простой.

Литература

1. Железородная база России / Под ред. В.П. Орлова, М.И. Верегина, Н.И. Голивкина. – Москва: ЗАО «Геоинформарк», 1998. – 842 с.
2. Зябкин В.Ф., Коржов С.И. Перспективы расширения и восполнения минерально-сырьевой базы горно-обогатительного комбината «Бапы» // Научно-технический и производственный Горный журнал Казахстана. Рубрики: Геология, 2017. – № 3. – 20–22 с.

ФАКТОРЫ ЛОКАЛИЗАЦИИ ОРУДЕНЕНИЯ И КАЧЕСТВА РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ БАПЫ (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАЗАХСТАН)

Емлс А-Е.Е.

Научный руководитель - профессор В.В. Коробкин

Казахстанско-Британский технический университет, г. Алматы, Казахстан

Месторождение железных руд Бапы территориально находится в Шетском районе Карагандинской области в Республике Казахстан. Первые сведения о рудоносности данного участка были получены в 1940 году, в результате проведенных геологоразведочных работ под руководством А.Г. Гокоева.

Железородное месторождение Бапы локализовано в терригенно-вулканогенной формации рифтогенного типа, локально проявленной на территории Центральной Азии и Казахстана. С формацией связаны стратиформные оксидно-сульфидные месторождения железа, свинца, меди и цинка. Геологическое строение месторождения приводится по результатам детальных геологоразведочных работ, выполненных ТОО «Горное бюро» в 2005-2006 годах.

На месторождении Бапы выделены формационные типы стратиформного оруденения. Продуктивными являются формации силурийского и фамен-турнейский карбонатного стратоуровней. В свою очередь, верхнерифейский и вендский черносланцевый стратоуровни в регионе отсутствуют. На текстурно-структурные характеристики руд повлияли вторичные эпигенетические процессы, а именно, скарнирование. Главное минеральное рудообразующее вещество – железо, обеспечивается в виде газовых эманаций. На основе чего, следует вывод о вулканогенно-осадочном типе рудообразования.

В аподолмитовых роговиках выявлены реликты материнских пород, такие как доломитистый известняк и доломит. А в магнетитовых рудах обнаружен гематит и сидерит. Все эти особенности говорят нам о стратиформности оруденения на месторождении, и есть повод утверждать, что месторождение Бапы метаморфизованное и первично-осадочное [1].

Продуктивная формация на участке месторождения представлена в виде крупного останца кровли в гранитном лакколите. Установленная максимальная мощность останца кровли – 300 м, к северо-востоку возможно ее значительное возрастание.

Структура останца представляет собой фрагмент юго-восточного крыла Бапинской антиклинали, нарушенного серией сбросов, сбросо-сдвигов субширотного и северо-восточного простирания. Рудовмещающая толща в Центральном тектоническом блоке смята в складки круто-шарнирного изгиба, которыми осложняется крыло упомянутой антиклинали [2].

Магнетитовые руды образуют линзы и прослои в скарноидах, часто они приурочены к контактам скарноидов и мраморов. Руды черные, сизовато-черные с массивной и пятнистой текстурой, плотные. Руды в виде

сплошных массивных рудных тел (рис. 1) и в виде вкрапленных (рис. 2). Включения руды округлые или угловатые, распределенные неравномерно по породе.



Рис. 1. Магнетитовые руды: С-92, глубина 35,8 м

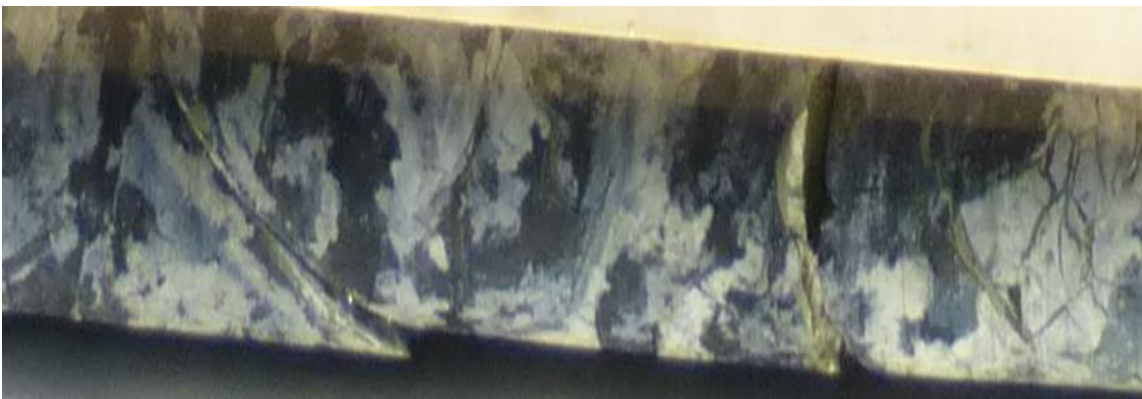


Рис. 2. Вкрапленность руды в карбонатных породах: С-99, глубина 127,4 м

Железные руды месторождения Бапы представлены одним минеральным компонентом – магнетитом. Магнетитовый компонент в силу особенностей генетического характера не содержит полезные компоненты-примеси на уровне, приемлемом для их извлечения. С другой стороны, в концентрат не переходят компоненты, являющиеся вредными для производства продукции сталеварения (P, S, As, Cu, Zn, Cr и др).

Магнетит, редко мартит – содержание в брикетированном аншлифе составляет порядка 21 %. Наблюдается, как в свободном состоянии, так и в теснейшей ассоциации с породообразующим материалом, в виде зёрен, зернистых агрегатов и их обломков размером от первых микрон до 1,0 мм часто подверженных сильному катаклазу, дроблению. Трещинки катаклаза, пустотки и полости выщелачивания выполнены нерудным минералами. Значительная часть магнетита, в результате процесса мартитизации, с коррозионными структурами замещения гематитом, преимущественно начального, реже частичного или полного. Превращение в мартит начинается от границ, далее по трещинкам проникает вглубь магнетита.

Содержание железа в рудах участка по результатам опробования керна скважин от 10,0 до 67,39 %, при среднем содержании по участку 23,81 %. В северной части участка (в северном блоке) руды с более высоким содержанием железа, чем в южной части. На севере содержания от 12,05 до 67,39 %, при среднем содержании железа – 38,28 %.

На остальной части участка содержание железа от 10,0 до 59,61 %, при среднем содержании железа – 22,18 %.

Единственным полезным компонентом руд является железо в форме магнетита. Последний содержит компоненты, имеющие существенное значение для металлургии (V, Ti, Zn, Mn, Co, Ni, S, Sn, Mo, P, Cr и др.) на уровне ниже критических значений. В данном случае магнетитовые руды сугубо монометалльные.

По генезису месторождение является метаморфизованным осадочным, подверженным гидросиликатному метасоматозу (серпентинизация).

Литература

1. Дубовский А.Г., и др. Отчет по разведке с подсчетом запасов на 01.04.2006 г. и ТЭО промышленных кондиций на железные руды месторождения Бапы в Карагандинской области, выполненной в 2005-2006 г.г. в соответствии с Контрактом № 1821 от 27.08.2005 г. Алматы, 2006 г.
2. Шувалов А.Г. Геологическое строение и полезные ископаемые Акбастауской зоны разломов. Отчет Узунжальской ПСП Агадырской ГРЭ о результатах геологического доизучения, региональных геофизических работ масштаба 1:50 000. Листы L -43-13-А, Б, В, Г; - 14 – А, Б, В, Г; - 15-В, Б; - 16 – В, Г. Караганда, 1992. – 32 с.

**ФАЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ НАКОПЛЕНИЯ ООИДОВЫХ ЖЕЛЕЗНЯКОВ ЛИСАКОВСКОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТУРГАЙСКИЙ ПРОГИБ, СЕВЕРНЫЙ КАЗАХСТАН)**

Калинина Н.А., Рудмин М.А.

Научный руководитель - доцент М.А. Рудмин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Ооидовые железняки накапливались на протяжении фанерозойского эона, от кембрия до недавнего времени, вслед за более ранними формациями докембрийских полосчатых железистых кварцитов. Известно более 500 месторождений, обобщенных как фанерозойские ооидовые железняки [2]. Среди них выделяют два основных типа: морские и континентальные (аллювиальные и аллювиально-озерные). Континентальные месторождения представляют собой богатые железом обломочные горизонты русловых отложений кайнозоя. Обломочные породы представлены широким спектром речных и аллювиально-озерных пород с высоким содержанием железа, от гравийных аргиллитов до внутриформационных валунных конгломератов. [1, 3] Континентальные месторождения широко распространены в районе Пильбара (Западная Австралия) [1] и в Тургайском прогибе (Северный Казахстан) [6, 7]. Цель данной работы заключается в детальном исследовании литологических и минералогических особенностей железняков Лисаковского месторождения для оценки фациальных условий рудонакопления.

Объектом является Лисаковское месторождение, которое в общемировой практике считается эталонным примером речных олигоценовых ооидовых железняков [4]. Месторождение расположено в пределах Тургайского прогиба и приурочено к кутанбулакской свите среднего олигоцена, представленной аллювиальными, преимущественно песчаными отложениями с оолитами гидрогетита, выполняющими древние речные долины [6, 7].

В данной работе использовалось более 30 проб пород и руд, отобранных в разрезе Главной рудной залежи Лисаковского месторождения. В лабораторных исследованиях использовались следующие аналитические методы: петрографический анализ, сканирующая электронная микроскопия (СЭМ), рентгенодифракционный анализ (РДА), просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ), рамановская спектроскопия.

Железняки Лисаковского месторождения состоят из хемогенных форменных элементов (ооидов, пелоидов и пр.) и терригенных компонентов (обломков минералов и пород), цементированных железистым цементом (аутигенные компоненты) [8]. Железосодержащие минералы образуют зёрна или цемент. Железистые зёрна представлены ооидами, пелоидами, микроонкоидами и онкоидами, пизоидами и прото-ооидами. Ооиды – концентрически-зональные образования размером не более 2 мм, состоящие из чередующихся зон с изменением соотношений: гидроокислы железа / филлосиликат железа. Центр ооидов, может быть, микромиктовым ступком или терригенным ядром вокруг которых образуется кортекс (корка), состоящий из «концентров» (концентрических микрослоёв). Кварц, полевые шпаты, обломки ранее образованных ооидов и пелоидов могут быть ядром ооидов. В ооидах фиксируются трещины синерезиса, заполненные гидрогетитом. Пелоиды отличаются однородным внутренним строением. Микроонкоиды и онкоиды имеют биоморфное внутреннее строение и размеры 0.2...2 мм и более 2 мм, соответственно. Пизоиды – это ооиды размером более 2 мм. Прото-ооиды представляю собой начальные стадии формирования ооидов и состоят из нескольких «концентров».

Руды Лисаковского месторождения схожи по минеральному и химическому составу [5]. В вертикальном разрезе на основе литологических и минералогических особенностей выделено 4 основных хемогенных литофаций железняков (рис.) и 1 терригенная литофация.

Фация ооидовых железняков с грубозернистым песчаником (рис. а) содержит более 50 % песчаных и гравелистых обломков, реже литокластов. Размер обломков достигает 3.6...4.1 мм. Обломки удлиненной и изометричной формы, полуугловатые и полуокатанные, реже окатанные. В породах наблюдаются формы роста хемогенных элементов и до 15 % прото-ооидов. Цемент гидрогетитовый, пленочно-контактный. Обломки литокластов и повышенный размер детритовых минералов при наличии железистых ооидов и прото-ооидов с неправильными очертаниями указывает на фациальные условия близкие к разгрузке седиментационного потока (конус выноса).

Фация ооидовых железняков с гидроксилалпатитом и крупнозернистой песчаной фракцией (рис. б) представлена ооидовыми железняками с гидрогетит-лепидокроцитовым цементом, тонкими линзами (до 10 мм) скрытокристаллического колломорфного железняка и реже глинистыми ступками. Цемент пленочно-поровый. Размер обломков от 0.5 до 2 мм. Обломки полуугловатые и полуокатанные, удлиненной и реже субизометричной формы. Породы накапливались в краевых частях руслово-дельтовых отложений.

Фация железняков с микрослоистостью и мелко-среднезернистой песчаной фракцией (рис. в) отличается небольшим размером обломков (0.15...0.3 мм) и малой долей ооидов (10 %). Цемент гидрогетитовый базальный, поровый. Среди фации имеются тонкие линзы (3...10 мм) скрытокристаллического железняка. Обломочный материал упорядочен и образует микро-слоистую текстуру. Микро-слоистость и выдержанный размер обломков может указывать на формирование пород при относительно спокойном гидродинамическом режиме. Данные породы соответствуют пойменным отложениям речной долины.

Фация ооидовых железняков с незначительной долей средне-грубозернистого песчаника (рис. г) состоит из ооидовых железняков, содержащих более 50 % форменных элементов и средне-грубозернистую песчаную фракцию, а также редкие линзы косослоистого скрытокристаллического железняка и минерализованный детрит. Форменные элементы представлены ооидами и пелоидами размером 0.2...0.8 мм. Ооидов значительно больше, чем пелоидов и они содержат большое количество концентрических зон. Размер обломочного материала от 0.2 до 1.9 мм. Цемент гидрогетит-лепидокроцитовый, поровый и порово-контактный, реже пленочный. Породы накапливались в основной части руслово-дельтовых отложений.

Терригенная фация глинистых алевролитов представляет собой отложения, подстилающие залежь железняков, которые состоят из алевролитовых обломков кварца и полевых шпатов (25...30 %), 60 % матрикса глинистых минералов и около 10 % аутигенных компонентов (апатит и гётит). Глинистые минералы представлены иллит-сметитом и каолинитом.

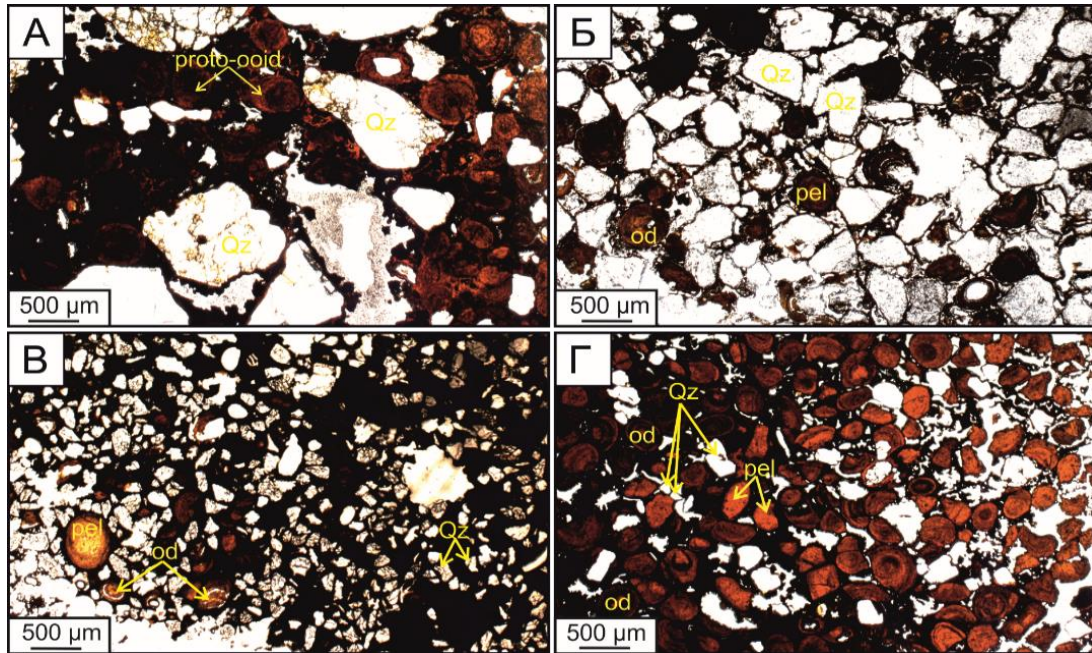


Рисунок. Микрофотографии литофаций рудной залежи Лисаковского месторождения;
od – ооид, pel – пелоид, Qz – кварц

Изменение литофаций в разрезе рудной залежи Лисаковского месторождения указывает на смену условий осадконакопления в дельтово-русловой палео-системе. Накопление железняков с микрослоистостью и мелко-среднезернистой песчанистой фракцией указывает на отсутствие сортировки материала речным потоком, что возможно в условиях поймы. Чередование в разрезе фаций ооидовых железняков с различным размером и долей терригенного материала связано с флуктуацией седиментационного потока для дельтово-русловых отложений. На приуроченность ооидовых железных руд к аллювиальным отложениям указывают характерные литотипы и наличие пресноводной фауны и флоры [7]. Крупногалечные обломки железняков и грубозернистый песчаник распространены в западной части месторождения. Это подтверждает выводы предшественников [7, 8] о направлении речного потока с запада на восток (северо-восток). Следовательно, источники вещества Лисаковского месторождения должны располагаться западнее. Поскольку в рудной залежи встречаются крупные обломки железняков, можно заключить, что источником речных отложений могли быть размываемые, ранее сформированные залежи верхнемеловых (турон-кампан) морских ооидовых железняков подобных Аятскому месторождению.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант № 20-77-00007).

Литература

1. Morris, R.C., Ramanaidou, E.R. Genesis of the channel iron deposits (CID) of the Pilbara region, Western Australia// Australian Journal of Earth Sciences. – 2007. – V.54(5). – P. 733–756
2. Petranek, J., Van Houten, F.B. Phanerozoic ooidal ironstones// Czech Geological Survey Special Papers. – 1997. – V. 7. – 71
3. Ramanaidou E.R., Morris R.C. A synopsis of the channel iron deposits of the Hamersley Province, Western Australia// Transactions of the Institutions of Mining and Metallurgy, Section B: Applied Earth Science. – 2010. – V. 119(1). – P. 56–59.
4. Ramanaidou E.R., Wells M.A. Sedimentary Hosted Iron Ores// Treatise on Geochemistry. – 2014. – P. – 313–355.
5. Rudmin M. et al. Minerals of Rare Earth Elements in High-Phosphorus Ooidal Ironstones of the Western Siberia and Turgai Depression // Minerals. 2020. – Vol. 10. – № 11. – P. 1–16.
6. Геология СССР. Гл. редактор А.В. Сидоренко. Т. XXXIV. Тургайский прогиб. Полезные ископаемые. Ред. тома Г.М. Тетерев. М.: «Недра», 1975. – 304 с. (Северо-Казахстанское территориальное геологическое управление).
7. Слипченко Б.В. О двух генетических типах оолитовых железных руд Лисаковского месторождения (Северный Казахстан) // Геологический журнал. – 1981. – Т. 41. – № 6. – С. 53–61.
8. Яницкий А.Л. Оligocene oolitic iron ores of the Northern Turgai and their genesis. Москва: АН СССР, 1960. – 220 с.

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЙ РУДНЫХ МИНЕРАЛОВ В МЕСТОРОЖДЕНИЯХ С ПОМОЩЬЮ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО АЛГОРИТМА АНАЛИЗА МИКРОФОТОГРАФИЙ АНШЛИФОВ

**СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. СОВРЕМЕННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ.
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ**

Коршунов Д.М., Хвостиков А.В.

Научный руководитель - доцент М.А. Богуславский

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

Современные системы анализа изображений за последние 10 лет сделали огромный шаг вперед. Было предложено большое количество новых и эффективных методов решения задач распознавания образов. Ярким примером могут служить программы распознавания лиц, используемые в том или ином виде во многих странах. Применение таких систем в геологии достаточно очевидный шаг в развитии автоматизированных способов исследования различных объектов.

В обозримом будущем такие системы смогут уменьшить временные затраты на рутинные задачи, повысить точность исследований, а также исключить человеческий фактор, освобождая специалистов для принятия экспертных решений.

Попытки создать программное обеспечение для диагностики рудных минералов по результатам анализа микрофотографий предпринимались давно. Так первые пионерские работы в западной литературе появились во второй половине 90-х годов XX века [5]. Все основные существующие программные решения для определения минералов по фотографиям шлифов можно разбить на два типа: 1. использующие интенсивность отражения (R) вместе с цветовыми характеристиками, выраженными в RGB или I^*a^*b цветовом пространстве [4]; 2. использующие статистические принципы определения минералов в конкретной выборке [1, 3]. Однако несмотря на то, что оба метода выполняют возложенные на них задачи, каждый из них обладает рядом существенных недостатков.

Метод, основанный на цветовых и отражательных свойствах, не может определять все минералы т.к. существуют «перекрывающие» друг друга пары, например пирит-марказит, пирит-арсенопирит, ковеллин-халькозин и т.д. С другой стороны, статистические методы могут работать только внутри определённой выборки минералов, и требуют новой калибровки для каждого геологического объекта.

Чтобы избежать вышеперечисленных недостатков, нами разработан метод, базирующийся на нейронных свёрточных сетях. За основу была взята модифицированная архитектура UNet [6], реализованная с помощью фреймворка глубокого обучения TensorFlow. В данном случае нейронная сеть используется для распознавания минералов в рамках постановки обучения с учителем. Для этого требуется полная ручная разметка изображений в соответствии с минеральным составом для всей коллекции микрофотографий, которая ложится в основу обучающей выборки.

Потенциально, данный алгоритм универсален в задачах определения минералов. Помимо цветовых характеристик, он самостоятельно анализирует взаимоотношения между минералами и точность определения зависит исключительно от размера обучающей выборки изображений. В случае необходимости, можно «подключать» дополнительные диагностические свойства, такие как твёрдость (с помощью анализа качества полированной поверхности) и анизотропию минералов (при дополнительном фотографировании шлифов с включённым анализатором).

Для составления обучающей коллекции были использованы образцы руд, собранные сотрудниками кафедры геологии, геохимии и экономики полезных ископаемых геологического факультета МГУ. Данная коллекция включает на текущий момент микрофотографии галенита, халькопирита, сфалерита, пирита, борнита и блёклой руды. Для идеального обучения пиксельное распределение всех типов минералов внутри обучающей выборки должно быть близко к равномерному. Т.к. в естественной среде такого распределения не встречается, был разработан метод балансировки используемых данных для обучения. Он заключается в автоматической нарезке изображений на блоки и последующем масштабировании и поворотом полученных кусочков и многократном сэмплинговании до тех пор, пока распределение всех распознаваемых классов (минералов) не выровняется [2].

Оценка точности определения минералов с помощью разработанной нами нейронной сети проводилась мерой IoU (Intersection over Union). Данная мера может принимать значения от 0 до 1 (демонстрирует 100 % точность). Для разных минералов IoU составляет от 0.7 до 0.88. Такой не высокий результат связан с начальным этапом разработки алгоритма, но демонстрирует потенциал данного метода в задачах распознавания минералов на фотографиях шлифах. С увеличением обучающей выборки, наблюдается явный тренд на увеличении точности распознавания.

При автоматизированной диагностике изображений шлифов, для каждого распознанного минерала ведётся статистика, которая включает в себя определение его размера и содержания на изображении в %. При этом размер распознаваемого изображения не имеет значения. Таким образом можно делать обзорные фотографии всей поверхности шлифа (в автоматическом режиме или сшитые вручную) и получать точную статистику по размерам каждого минерала. Данную процедуру можно проделать по огромному количеству шлифов, увеличивая статистическую обработку минерального состава рудных минералов.

Точная обработка фотографий и ведение такой минералогической и структурно-текстурной статистики помогут точнее определять рудный потенциал территории. Использование же предложенного механизма, применённого к керну скважин, совместно с валовым химическим анализом того же самого керна, увеличит достоверность оценённых запасов, позволит точно определять поведение химических элементов по разрезу месторождения и оценивать взаимосвязь между полезным компонентом и минеральным составом рудных горизонтов, что в конечном итоге увеличит эффективность поисково-разведочных работ, и упростит выявление поисковых критериев.

Исследования выполнены при финансовой поддержке фонда содействия инновациям, проект УМНИК 14582ГУ/2019.

Литература

1. Berrezueta E., Ordóñez-Casado B., Bonilla W., et al. Ore petrography using optical image analysis: application to Zaruma Portovelo deposit (Ecuador). // *Geosciences*, 2016. – V. 6. – № 2. – P. 30.
2. Kochkarev A., Khvostikov D., Korshunov et al. Data balancing method for training segmentation neural networks // *CEUR Workshop Proceedings*. – 2020. – V. 2744. – P. 1–10.
3. Köse C., Alp I., Ikiba C. Statistical methods for segmentation and quantification of minerals in ore microscopy // *Minerals Engineering*. – 2012. – V. 30. – № 2. – P. 19–32.
4. Lopez-Benito A., Catalina J.C., Alarc on D., et al. Automated ore microscopy based on multispectral measurements of specular reflectance. I—A comparative study of some supervised classification techniques // *Minerals Engineering*. – 2020. – V. 15.
5. Marschallinger R. Automatic mineral classification in the macroscopic scale // *Computers & Geosciences*. – 1997. – V. 23. – P. 119–126.
6. Ronneberger O., Fischer P., Brox T. U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation // *International Conference on Medical image computing and computer-assisted intervention*. Springer. Cham. – 2015. – P. 234–241.

**ТЕЛЛУРИДНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ЭПИТЕРМАЛЬНОГО ЗОЛОТОРУДНОГО ПОЛЯ СВЕТЛОЕ
(ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ)**

Левочская Д.В.^{1,2}, Лесняк Д.В.^{1,2}, Якич Т.Ю.²

Научный руководитель - профессор А.К. Мазуров

¹*Хабаровский филиал АО «Полиметалл УК», г. Хабаровск, Россия*

²*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Эпитермальное золоторудное поле Светлое расположено в южной части Охотского района Хабаровского края в Ульяновском прогибе Охотской ветви Охотско-Чукотского вулканогенно-плутонического пояса, выполненном меловыми вулканогенно-осадочными породами [7]. Ульяновский прогиб осложнен поздне меловыми вулканическими структурами, к числу которых принадлежит Секчинская вулкано-тектоническая депрессия (50×28 км), к юго-западной части которой приурочено рудное поле Светлое [11]. В этом районе широко развита разрывная тектоника. Выделяются региональные разломы северо-восточного простирания (продольные по отношению к Охотско-Чукотскому поясу), к числу которых принадлежит Дольбакинский разлом, проходящий по площади рудного поля. Синвулканические разломы, ограничивают и осложняют кольцевые вулканоструктуры. К последним тяготеют субвулканические и интрузивные тела, поля гидротермально-измененных пород [10].

Площадь рудного поля Светлое характеризуется разнообразием гидротермально-метасоматических образований, развивающихся по вулканогенным породам преимущественно кислого (уракская свита (К₂)) и, реже, средне-основного состава (хетанская свита (К₂)). Промышленное золото-серебряное оруденение установлено на участках Елена, Тамара, Людмила, Лариса и Эми. Рудные залежи имеют линзо-, плитообразную форму с простиранием в северных румбах и пологим падением на восток под углами 55° на участке Эми и на запад (15...25°) на остальных участках. Мощности залежей колеблются в широких пределах от первых метров до десятков метров, протяженность по простиранию сотни метров, по падению десятки-сотни метров. Оруденение характеризуется крайней степенью изменчивости распределения золота и серебра. Рудные запасы Светлинского рудного поля на 01.01.2020 оценены в 435 тысяч унций золота при среднем содержании 2.6 г/т и 0.6 миллиона унций серебра при среднем 4 г/т; минеральные ресурсы – 133 тысячи унций золота (2.4 г/т) и 0.2 миллиона унций серебра (3 г/т) соответственно [12].

Эпитермальные месторождения золота тяготеют к границам активных континентальных окраин или зон субдукции, формируясь при низких температурах (< 300° С) и представляя собой верхние части (глубина < 1 км) рудообразующей гидротермальной системы [4, 5, 6]. Происхождение гидротермальных флюидов, образующих эпитермальные месторождения, может быть различным, от преимущественно магматических в высокосернистых месторождениях (High sulfidation (HS)) до преимущественно метеорных в низкосернистых месторождениях (Low sulfidation (LS)) [1, 4, 5, 6]. Месторождения промежуточного типа (Intermediate sulfidation (IS)), как правило, более тесно связаны с месторождениями HS типа и порфирами, чем с месторождениями LS [2, 8, 9]. Одним из основных критериев выделения того или иного типа эпитермальных месторождений, является детальное изучение минерального состава как породообразующих, так и рудных минералов. Не смотря на тот факт, что рудное поле Светлое характеризуется обильным распространением сульфатов (алунит, барит, ярозит, микасаит, целестин, англезит, сванбергит и т.д.), что позволяет его относить к высокосернистому типу, рудная минерализация HS типа (гипогенный ковеллин, энаргит, люционит, борнит и т.д.) в процессе изучения установлена не была, что может являться свидетельством уровня современного эрозионного среза в пределах участка Эми, локализованного в отличие от всех остальных участков рудного поля в более ранней толще вулканитов среднего-основного состава хетанской свиты (К₂). При этом здесь широко распространена теллуридная минерализация, свойственная для эпитермальных месторождений IS-типа.

Данное исследование посвящено изучению теллуридной минерализации, которая весьма разнообразна в пределах рудного поля Светлое, и основное распространение получила на участке Эми, в меньшей степени на участках Людмила и Елена.

Более 300 образцов полированных шлифов и аншлифов руд, метасоматитов, сколковых проб, отобранных из 11 скважин и бортов 4 карьеров всех участков рудного поля Светлое были проанализированы на базе Томского политехнического университета при помощи микроскопа ZEISS Axio Imager.A2m. и сканирующего электронного

**СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. СОВРЕМЕННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ.
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ**

микроскопа TESCAN VEGA 3 SBU с приставкой для рентгенофлуоресцентного энергодисперсионного анализа OXFORD X-Max 50 с Si/Li кристаллическим детектором на предмет изучения минерального состава теллуридов.

На участке Эми установлены теллуриды никеля – мелонит $Ni_{0.92-1.00}Te_2$; свинца – алтаит $Pb_{0.90}Te$; висмута – теллурувисмутит $Bi_{1.82-1.93}Te_3$; кавачулит $Bi_{2.65-3.08}Te_{2.88-3.3}Se$; сурьмы и висмута – теллурантимон $Sb_{1.65-2.2}Bi_{0.15-0.7}Te_3$; ртути – колорадоит $Hg_{0.77-0.94}Te$; золота и серебра – сильванит $Au_{0.86-1.67}Ag_{0.4-2.31}, Fe_{0.06-0.39}, Mo_{0.2-0.77}, Ta_{0.04-0.08}Te_4$, петцит $Ag_{2.93-3.4}Au_{0.93-0.97}, Fe_{0.17-0.44}Te_2$, штютцит $Ag_{4.43-5.14}Au_{0.06-0.07}, Fe_{0.6}, Bi_{0.15}Te_3$, гессит $Ag_{1.71}Au_{0.1}Te$ и т.д., а также самородный теллур.

Наибольший промышленный интерес представляет теллуридная минерализация золота и серебра, которая обнаруживает определенные признаки вертикальной зональности в пределах участка Эми, выражающейся в виде последовательной смены сверху вниз по разрезу скважин от преимущественно серебро-содержащих разностей (гессит, петцит, штютцит, ютенбогардтит, мутманнит), преобладающих на глубинах 30...40 м через золото-серебро-содержащий теллурид (сильванит), имеющий широкое распространение в интервале глубин от 40...80 м и с отложением золото-содержащего теллурида – калаверита на глубине 105.6 м (рис.).

В целом, на участке Эми в пределах глубин 31.6...110 м развита, согласно классификации [8], теллуридная минеральная ассоциация IS-типа: блеклые руды теннантит-тетраэдритового ряда, теллуриды ртути, сурьмы, золота и серебра, самородный теллур.

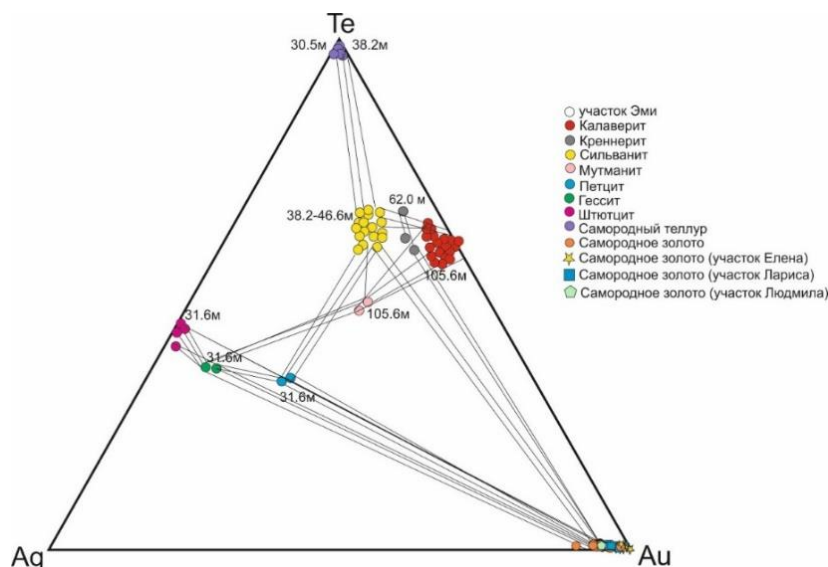


Рисунок. Тройная Au-Ag-Te диаграмма для теллуридов благородных металлов, отражающая золото-серебро-теллуридную ассоциацию участка Эми с самородным золотом с других участков рудного поля Светлое. Числами указаны глубины обнаружения

Проявление такого количества теллуридов на участке Эми, включая теллуриды золота и серебра позволяют относить золото-серебряное оруденение к золото-теллуриднему типу, характерному для таких зарубежных месторождений аналогов как Эмперор (Фиджи), Поргера (Папуа-Новая Гвинея), Монтана, Крипл Крик (Колорадо). По мнению [3] изменения параметров флюидов (например, реакции сульфидирования-окисления на фронтах окислительно-восстановительного потенциала) по-видимому, очень благоприятны для фракционирования теллуридных расплавов из рудных флюидов.

Таким образом, обилие теллуридов, и в частности теллуридов золота и серебра на участке Эми позволяет выделить отдельный золото-теллуридный тип минерализации, предполагающий определенную схему переработки руды, отличную, к примеру, от стандартной схемы кучного выщелачивания, применимой к другим участкам золоторудного поля Светлое.

Литература

1. Arribas A. Characteristics of high-sulfidation epithermal deposits, and their relation to magmatic fluid [Text] // Mineralogical Association of Canada Short Course Series. – 1995. – V.23. – P. 419 – 454. DOI: 10.1186/2193-1801-3-130
2. Camprubí A. Epithermal deposits in México - Update of current knowledge and an empirical reclassification [Text] / A. Camprubí, T. Albinson // Special Paper of the Geological Society of America. – 2007. – V. 422. – P. 377 – 415. DOI: 10.1130/2007.2422(14)
3. Cook N.J. Telluride and selenide minerals in gold deposits - a half-term report for IGCP-486 [Text] / N.J. Cook, C.L. Ciobanu, P. Spry, K.K. Kojonen, V. Kovalenker // Ext. Abstr. 12th Quadrennial IADOD Symposium "Understanding the Genesis of Ore Deposits to Meet the Demands of the 21st Century, Moscow. – 2006. – P. 106–109.
4. Hedenquist J.W. Chapter 7 Exploration for Epithermal Gold Deposits [Text] / J.W. Hedenquist, A. Arribas // Reviews in Economic Geology. – 2000. – V. 13. – P. 245 – 277. DOI: 07410123.

5. Hedenquist J.W. Evolution of an intrusion-centered hydrothermal system: far southeast-Lepanto porphyry and epithermal Cu-Au deposits, Philippines [Text] / J.W. Hedenquist, A. Arribas, T.J. Reynolds // *Economic Geology*. – 1998. – V.93. – P. 373 – 404. DOI: 10.2113/gsecongeo.93.4.373.
6. Hedenquist J.W. Epithermal Gold Deposits: Styles, Characteristics and Exploration [Text] / J.W. Hedenquist, E. Izawa, A. Arribas, N.C. White // *Resource Geology*. – 1996. – V.1. – P. 9 – 13.
7. Mishin, L.F. New age data on the magmatic rocks from the western sector of the Okhotsk - Chukotka volcanogenic belt [Text] / L.F. Mishin, V. V. Akinin, E.L. Mishin // *Russian Journal of Pacific Geology*. – 2008. – V.2. – P. 385–396.
8. Sillitoe R.H. Linkages between Volcanotectonic Settings, Ore-Fluid Compositions, and Epithermal Precious Metal Deposits, in: *Volcanic, Geothermal, and Ore-Forming Fluids* [Text] / R.H. Sillitoe, J.W. Hedenquist // *Society of Economic Geologists*. – 2003. – P. 315 – 343. DOI: 10.5382/sp.10.16
9. Sillitoe R. H. Intrusion-Related Vein Gold Deposits: Types, Tectono-Magmatic Settings and Difficulties of Distinction from Orogenic Gold Deposits [Text] / R.H. Sillitoe, J.F.H. Thompson // *Resource Geology*. – 1998. – V. 48. – P. 237 – 250. DOI: 10.1111/j.1751-3928.1998.tb00021.x
10. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России / под ред. А.И. Ханчука. – Владивосток: Даль- наука, 2006. – Кн. 1. – С. 1–572. – Кн. 2. – С. 573–981.
11. Мишин Л.Ф. Вторичные кварциты и их связь с золоторудной минерализацией месторождения Светлое (Россия) (Ульинский прогиб, Охотско-Чукотский вулканогенный пояс) // *Тихоокеанская геология*. – 2011. – Т. 30. – № 4. – С. 32–48.
12. Официальный сайт компании «Polymetal International PLC» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.polymetalinternational.com/ru/assets/where-we-operate/svetloye/#Reserves>.

СТРУКТУРНЫЕ КРИТЕРИИ И ПРИЗНАКИ ЭПИТЕРМАЛЬНОГО ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ КИСЛОТНО-СУЛЬФАТНОГО ТИПА СРЕДНЕУЛЬИНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Лесняк Д.В., Левочская Д.В., Ананьев Ю.С.

Научный руководитель - профессор А.К. Мазуров

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Среди эпиптермальных месторождений золота выделяют два основных типа [1, 2] – высоко-сульфатные (high sulfidation, HS) и низко-сульфатные (low sulfidation, LS). Дополнительно в некоторых рудных районах проявляются промежуточные [3] или переходные месторождения (intermediate sulfidation, IS). Большинство эпиптермальных золоторудных месторождений локализованы преимущественно в Тихоокеанском, Средиземноморско-Гималайском и Монголо-Охотском подвижных поясах [2, 4, 5]. В России эти месторождения распространены в пределах Охотско-Чукотского вулканического пояса. В настоящей работе изучаются эпиптермальные месторождения Среднеульинского рудного района (Уенминский рудный узел). В его пределах разведано и разрабатывается рудное поле Светлое кислотно-сульфатного типа, а также известно значительное количество рудопроявлений золота других минеральных типов. Задачей данного исследования является выявление критериев и признаков эпиптермального золотого оруденения кислотно-сульфатного (высоко-сульфатного) типа для расширения минерально-сырьевой базы действующего предприятия в пределах Среднеульинского рудного района. В основу работы положены материалы дешифрирования современных спектрально-космических снимков [6], а также отчеты предшественников по результатам съемочных и тематических работ. Дешифрирование спектрально-космических снимков Aster и Landsat проводилось с целью уточнения геологического строения, выявления ореолов развития метасоматически измененных пород, выявления структурных особенностей территории.

В результате выполненных исследований были получены следующие основные выводы. В пределах рудного района выявлены вулканотектонические структуры, секущие тела изверженных горных пород и разрывные нарушения. Установлено, что положение Уенминского золоторудного узла полностью контролируется Секчинской вулканотектонической депрессией, а рудное поле Светлое и проявления золота на изученной площади приурочены к остаткам палеовулканических построек. В пределах рудного узла закартированы разрывные нарушения северо-восточного, северо-западного, субмеридионального и субширотного простирания, которые в целом унаследуют основные направления разрывных нарушений Среднеульинского рудного района. По общей значимости разрывные нарушения разделены на «главные» и «прочие». Среди главных структур выделяются два «кольцевых» разлома, расположенные в центральной части площади. Также в границах рудного узла зафиксированы остатки палеовулканических построек, тела секущих изверженных горных пород, а также площадные метасоматиты. Рудное поле Светлое контролируется остатками двух палеовулканических построек центрального типа с кальдерами проседания. Положение самих палеовулканических построек определяется узлом сопряжения Дюльбакинского разлома северо-восточного простирания с разрывными нарушениями северо-западного простирания. Метасоматический ореол, который подчеркивает рудное поле имеет значительную площадь – более 30 км². Основными структурными элементами рудного поля являются две палеовулканические постройки, разрывные нарушения преимущественно северо-восточные (параллельные осевой части Охотско-Чукотского вулканического пояса) и северо-западные. В пределах рудного поля выделены и закартированы ореолы метасоматически измененных горных пород различного состава. Месторождения тяготеют к краевым частям кальдер проседания вулканических аппаратов, узлам сопряжения коровых разрывных нарушений северо-восточного и северо-западного простирания, и размещаются на площадях с проявленными монокварцевыми, кварц-алунитовыми и кварц-гидрослюдистыми вторичными кварцитами.

**СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. СОВРЕМЕННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ.
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ**

В результате проведенных исследований выявлены закономерности проявления рудных узлов, полей и месторождений в материалах дешифрирования спектрональных космических снимков. На основании этих закономерностей сформулированы структурные критерии и признаки золотого эпитермального оруденения кислотно-сульфатного типа, которые согласуются с подобными зарубежными месторождениями [7].

Литература

1. Sillitoe R.H., Hedenquist J.W. Linkages between Volcanotectonic Settings, Ore-Fluid Compositions, and Epithermal Precious Metal Deposits // *Volcanic, Geothermal, and Ore-Forming Fluids*. Society of Economic Geologists, 2003. – Vol. 10. – P. 315–343.
2. White N.C.N.C. et al. Epithermal Gold Deposits: Styles, Characteristics and Exploration // *Published in SEG Newsletter*. – 1995. – Vol. 1. – № 23. – P. 9–13.
3. Yilmaz H. et al. Intermediate sulfidation epithermal gold-base metal deposits in Tertiary subaerial volcanic rocks, Sahinli/Tespah Dere (Lapseki/Western Turkey) // *Ore Geology Reviews*. Elsevier, 2010. – Vol. 37. – № 3–4. – P. 236–258.
4. Cooke D.R. et al. Geochemistry of Porphyry Deposits // *Treatise on Geochemistry: Second Edition*. 2nd ed. Elsevier Ltd., 2013. – Vol. 13. – № November. – P. 357–381.
5. Sillitoe R.H., Sillitoe R.H., Sillitoe R.H. Porphyry Copper Systems // *Economic Geology*. 2010. – Vol. 105. – № 1. – P. 3–41.
6. Ананьев Ю.С., Житков В.Г., Поцелуев А.А. Прогнозно-поисковая модель эпитермальных Au-Ag месторождений кислотно-сульфатного типа по данным дешифрирования современных космических снимков (на примере рудного поля Светлое, Хабаровский край) // *Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов*, 2019. – Vol. 330. – № 5. – P. 84–92.
7. Hedenquist J.W., Arribas A., Reynolds T.J. Evolution of an intrusion-centered hydrothermal system: far southeast-Lepanto porphyry and epithermal Cu-Au deposits, Philippines // *Economic Geology*. 1998. Vol. 93, № 4. P. 373–404.

**ГЕОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ И ПРИЗНАКИ ЭПИТЕРМАЛЬНОГО ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ
КИСЛОТНО-СУЛЬФАТНОГО ТИПА СРЕДНЕУЛЬИНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА НА ОСНОВЕ
ПЛОЩАДНЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Лесняк Д.В., Левочская Д.В., Гаврилов Р.Ю.

Научный руководитель - профессор А.К. Мазуров

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Одним из направлений работ золотодобывающих компаний мира является поиск месторождений золота во вторичных кварцитах – эпитермальных золоторудных месторождений высоко-сульфидного типа или high sulfidation (HS) [1, 2]. На Востоке России велись и ведутся поиски объектов HS, в результате которых были обнаружены, например, месторождения Озерновское, Мелетойваймского рудного узла (Камчатка), Светлое (Хабаровский край) [3].

Разрабатываемое в настоящее время месторождение Светлое расположено в пределах Уенминского рудного узла Среднеульинского рудного района Охотско-Чукотского вулканического пояса (ОЧВП). Ввиду необходимости восполнения минерально-сырьевой базы недропользователя, изучение месторождения и получение новых данных об особенностях его строения имеют не только научное, но и практическое значение. В связи с этим проведены работы по выявлению критериев и признаков эпитермального золотого оруденения кислотно-сульфатного типа в пределах рудного района. В основу работы положены архивные геохимические данные, а также отчеты предшественников по результатам съемочных и тематических работ. Обработка архивных литохимических съемок по вторичным ореолам рассеяния проведена с целью выявления закономерностей проявления рудных полей и месторождений в аномальных геохимических полях.

В ходе исследовательских работ были рассчитаны фоновые и минимально-аномальные содержания элементов, проведена обработка геохимических данных методами многомерной статистики (ранговая корреляция, факторный и кластерный анализы), построены схемы распределения элементов и комплексных показателей, проведена интерпретация полученных данных.

Выполненные исследования отчетливо демонстрируют, что рудные поля во вторичном геохимическом поле выделяются концентрически-зональным ореолом комплекса элементов: во фронтальной зоне проявлена ассоциация V-Zn, а в тыловой зоне – ассоциации Au-Ag-Pb и Au-Mo. Прямым признаком эпитермального кислотно-сульфатного оруденения ранга рудного поля является наличие аномальных концентраций золота и серебра во вторичных ореолах рассеяния. Также элементами-спутниками оруденения, на основании имеющейся аналитической базы, следует считать Sb, As, Bi, Cu. Месторождения во вторичном геохимическом поле выделяются концентрически-зональным ореолом комплекса элементов: во фронтальной зоне проявлена ассоциация Co-Cr-Mn-V-Zn-P; в тыловой зоне – ассоциации Au-Ag, Ag-Pb-Sb, As-Mo-Ba. Прямым признаком золотого оруденения ранга месторождения являются аномальные концентрации Au и Ag во вторичных ореолах рассеяния, а так же их элементы-спутники Sb, Bi, Te, Se, As, Mo, Cu.

В первичном геохимическом поле месторождения и рудные зоны выделяются аномальными концентрациями Au, Ag, Sb, Se, а также периодически – Te, Bi, Mo. Низким уровнем накопления характеризуются Al, K, Na, P и Zn. На эталонном участке установлена геохимическая зональность, выражающаяся в смене ассоциаций элементов (от ядерной зоны к фронтальной): Au-Ag-Se-Sb → V-As-P-Fe-Mo-Pb-Sr-Sb-Cu → K-Na-Al-Co-Zn-Ba → Cr-Ni-Mn. Приведенная геохимическая зональность может послужить основой выявления слепого оруденения.

Значение комплексного показателя – $(Ag \times Sb \times Se / Al \times K \times Na) \times 10^6$ в метасоматитах, содержащих промышленные концентрации золота, как правило, составляет 0.001 усл.ед. и более, резко возрастая на несколько порядков по мере увеличения содержания рудного компонента.

В результате проведенных исследований определены закономерности проявления рудных полей и месторождений во вторичном геохимическом поле, которые могут быть использованы в качестве геохимических критериев и признаков золотого эпитермального оруденения кислотно-сульфатного типа.

Литература

1. Sillitoe R.H., Hedenquist J.W. Linkages between Volcanotectonic Settings, Ore-Fluid Compositions, and Epithermal Precious Metal Deposits // *Volcanic, Geothermal, and Ore-Forming Fluids*. Society of Economic Geologists, 2003. – Vol. 10. – P. 315–343.
2. White N.C.N.C. et al. Epithermal Gold Deposits: Styles, Characteristics and Exploration // *Published in SEG Newsletter*, 1995. – Vol. 1. – № 23. – P. 9–13.
3. Мишин Л.Ф. Вторичные кварциты и их связь с золоторудной минерализацией месторождения Светлое (Ульинский прогиб, Охотско-чукотский вулканогенный пояс) // *Тихоокеанская геология*. – 2011. – Том 30. – № 4. – С. 32–48.

БЕРЕЗИТЫ РУДОПРОЯВЛЕНИЯ ШТОКОВОЕ (МАГАДАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Максимов П.Н.

Научный руководитель - доцент Ю.С. Ананьев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Рудопроявление Штоковый располагается в Магаданской области и приурочено к интрузивному массиву Галлюцинация гранитоидного состава басугунынского комплекса позднечуковского возраста. Породы этого комплекса тяготеют к юго-западному ограничению Мякитской брахиантиклинали и представлены диорит-гранитовой магматической формацией. По площади — это небольшое интрузивное тело, залегающее в виде штока. В его центральной части наблюдается куполовидный выступ в участке сопряжения систем разломов северо-восточного и юго-восточного простираний. Связанная с ними трещиноватость контролировала внедрение даек и локализацию гидротермально-метасоматических образований. Золотое оруденение на рудопроявлении приурочено к кварцевому штокверку [3].

Целью работы являлось изучение метасоматического ореола и составление метасоматической колонки березитов рудопроявления Штоковый.

В основу исследований положены материалы, отобранные автором в ходе прохождения производственной практики. Образцы для исследований были отобраны из горных выработок (канав) по метасоматически измененным породам и исходным гранодиоритам, из которых были изготовлены шлифы и аншлифы.

Проведены микроскопические петрографические и минералогические исследования в результате которых установлено, что метасоматически измененные породы обладают массивной текстурой, равномерно-среднезернистой структурой. Они характеризуются изменением степени карбонатизации, серицитизации и хлоритизации. По степени метасоматического преобразования можно выделить три зоны – внешнюю, промежуточную и внутреннюю [1].

Неизмененные гранодиориты обладают светло-серым цветом. Минеральный состав: плагиоклаз (45 %), биотит (25 %), кварц (15 %) и калиевые полевые шпаты (15 %). Данные породы характеризуются замещением исходной роговой обманки биотитом. Плагиоклаз чаще всего встречается в виде полисинтетически сдвойникованных зерен, но в единичных случаях наблюдаются и зональные кристаллы. Биотит встречается в виде удлиненных табличчатых кристаллов [2].

Породы внешней зоны (рис 1, а) представлены светло-серыми слабо измененными гранодиоритами. Данную зону можно разделить на две подзоны по степени метасоматического преобразования (подзона развития хлоритизации, подзона развития карбонатизации).

Минеральный состав пород первой подзоны: плагиоклаз (40 %), биотит (20 %), кварц (15 %), калиевые полевые шпаты (15 %) серицит (5 %) и хлорит (5 %). Характеризуется появлением псевдоморфоз серицита по плагиоклазу и по биотиту. Псевдоморфозы серицита по плагиоклазам в объеме довольно равномерно распространены, а по некоторым зернам биотита развивается хлорит. По мере приближения к кварцевым жилам и прожилкам интенсивность развития псевдоморфоз по биотиту и по плагиоклазу увеличивается, вплоть до полного их замещения. Минеральный состав соответственно меняется: плагиоклаз (20 %), биотит (5 %), кварц (15 %), КПШ (5 %), серицит по плагиоклазу (20 %), хлорит (35 %). По мере приближения ко второй подзоне в метасоматитах отмечается большее количество замещенных зерен плагиоклаза серицитом (замещена около 75 % зерен) и биотита хлоритом (практически все зерна хлоритизированы), но при этом формы кристаллов плагиоклаза и биотита остаются диагностируемыми.

Породы второй подзоны обладают буроватым оттенком, визуально с ясно проявленными изменениями. Минеральный состав пород подзоны: плагиоклаз (15 %), серицит (20 %), кварц (20 %), карбонат (10 %), КПШ (5 %) хлорит (25 %) и пирит (5 %). В отличие от первой подзоны, здесь наблюдаются развитие по всем зернам плагиоклаза и хлорита вторичных серицита и карбоната. Процент новообразованных минералов достигает до 75 % от общей минеральной массы.

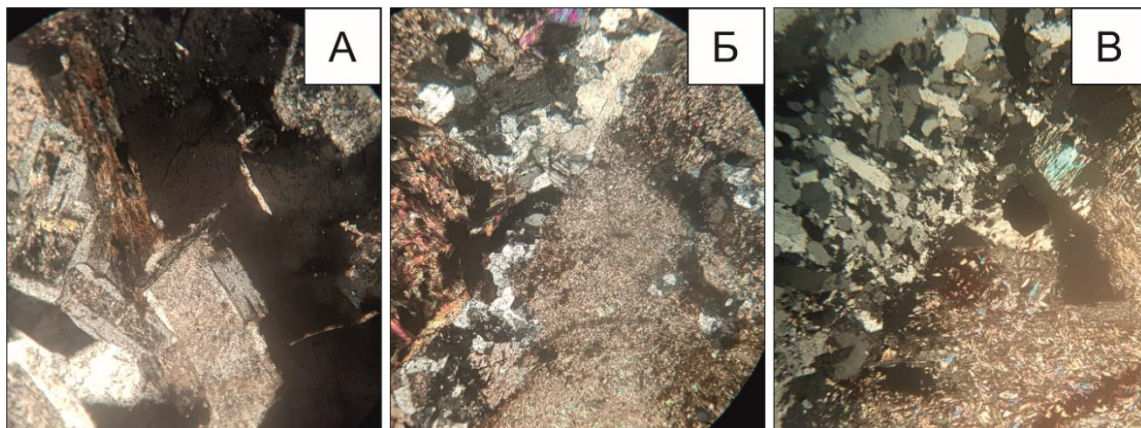


Рис. 1. Микрофотографии метасоматитов рудопроявления Штоковое: а) внешняя зона, б) промежуточная зона, в) внутренняя зона. Скращенные николи, поле зрения 3 мм

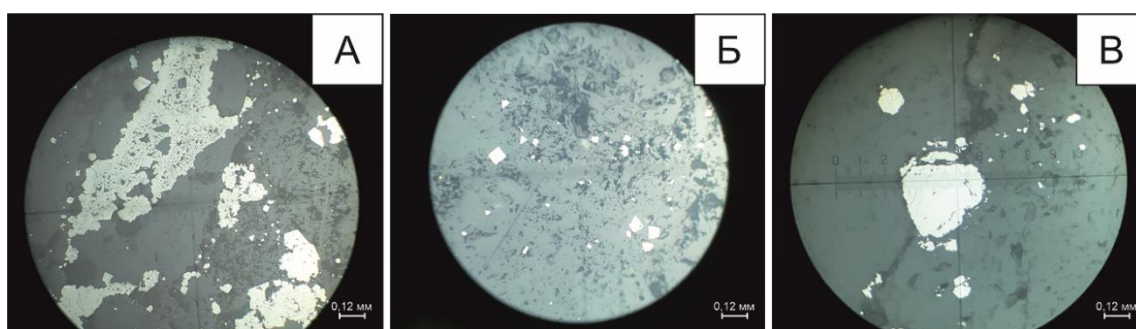


Рис. 2. Микрофотографии кварцевой жилы рудопроявления Штоковое: а) неравномерные выделения кубического пирита, б) отдельные кристаллы пирита пентагондодекаэдрического габитуса, в) прожилков пирита

Породы промежуточной зоны (рис. 1, б) отличаются значительной степенью карбонатизации минералов. Минеральный состав представлен серицитом (45 %), карбонатом (25 %), кварцем (20 %), плагиоклазом (5 %) и пиритом (5%). Первичная структура породы уже не четко проявлена, но по отдельным местам все еще ее можно установить. Практически все зерна плагиоклаза замещены серицит-карбонатным агрегатом. Новообразованные минералы занимают практически всю основную массу (75 %). Пирит образует достаточно идиоморфные кристаллы кубического габитуса, на общем фоне распределен равномерно и занимает около 5 % объема породы. Таким образом, первичные минералы на данной зоне практически полностью замещены вторичными.

Породы внутренней зоны (рис. 1, в) представлены кварц-серицитовым агрегатом. Новообразованными минералами данной зоны являются кварц, серицит, карбонат и пирит. Внутри кварц-серицитового агрегата наблюдаются отдельные ксеноморфные выделения карбонатов, а также единичные кубические кристаллы пирита. Первичная структура полностью не устанавливается.

Для изучения рудных минералов в кварцевой жиле исследование проводилось с помощью рудного микроскопа. Кварцевая жила светло-серого цвета имеет четко выраженную границу с вмещающими метасоматитами. В жиле отмечается сульфидная минерализация, которая в общей минеральной массе проявлена в виде прожилков (рис. 2, а) и местами цепочечных неравномерно-вкрапленных выделений пирита. Зерна пирита преимущественно ксеноморфны, но местами встречается идиоморфные кристаллы кубического (рис. 2, б) и пентагондодекаэдрического (рис. 2, в) габитусов.

В результате проведенных исследований установлена зональность метасоматического ореола рудопроявления Штоковый. Было выделено три зоны метасоматического преобразования: внешняя кварц-плагиоклаз-хлоритовая, промежуточная кварц-карбонатная и внутренняя кварц-серицитовая зона. Также были изучены формы выделения и характер распределения пирита в жилах и прожилках.

Литература

1. Ананьев Ю.С., Коробейников А.Ф. Метасоматизм и благороднометалльное оруденение в черносланцевых толщах западной Калбы. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2009. – 206 с.
2. Краснощекова Л.А. Атлас основных типов магматических пород. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2012. – 128 с.
3. Кузнецов В.М., Горячев Н.А., Жигалов С.В., Савва Н.Е. Структура и рудоносность Мякит-Хурчанского рудно-россыпного узла // Вестник СВНЦ ДВО РАН, 2011. – № 4. – С. 37–51.

**ТИПЫ ЭПИТЕРМАЛЬНОГО ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОГО ОРУДЕНЕНИЯ
КОРГОНСКОГО ПРОГИБА АЛТАЯ**

Одинцова Е.А., Гусев А.И.

Научный руководитель - профессор А.И. Гусев

Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет им. В.М. Шукшина

Эпитермальное золото-серебряное оруденение в Коргонском прогибе пространственно и парагенетически связано с субвулканическими и экструзивными образованиями коргонского комплекса (D₁₋₂krg). В последнее время кроме известного Красноярского золото-серебряного месторождения здесь обнаружены весьма перспективные эпитермальные проявления Озёрное, Коргончик, Кедровское, Шаный, которые требуют доизучения и постановки оценочных работ. Актуальность изучения этих объектов связана с тем, что некоторые из них тесно ассоциируют с медно-молибден-золото-порфировыми проявлениями, которые в комплексе составляют своеобразное семейство эпитермально-порфировых систем, привлекающих внимание исследователей в связи с формированием крупных объектов по запасам меди, золота и серебра [3].

Известно, что среди эпитермальных золото-серебряных месторождений выделяют 3 типа: высоко-сернистые (HS), промежуточно-сернистые (IS), низко-сернистые (LS). Наиболее крупные по запасам медно-золото-порфировые месторождения ассоциируют с высоко-сернистым эпитермальным оруденением. Изучение состава руд и окорудных метасоматитов эпитермальных месторождений и проявлений Коргонского прогиба показал, что в его пределах выделяются все 3 типа стандартных эпитермальных систем (табл.).

Наибольшим распространением в Коргонском прогибе пользуются высоко-сернистые эпитермальные системы (Красноярское месторождение, проявления Озёрное, Кедровское, Шаный и другие), которые локализуются в южной части прогиба. Для них характерно присутствие в рудах типоморфных высоко-сернистых минералов – энаргита и люционита, а также обилие борнита. Для этих объектов свойственно присутствие в обильных количествах сульфидов, теллуридов и отсутствие селенидов. Среди окорудных метасоматитов преобладают аргиллизиты с каолинитом, иллитом и баритом.

Таблица

Сопоставление типов эпитермальных систем Коргонского прогиба

Компоненты	Казиниха (LS)	Коргончик (IS)	Красноярское (HS)
Кварц	■	■	■
Кальцит	■	■	■
Сидерит	■	■	■
Пирит	■	■	■
Арсенопирит	■	■	■
Гематит	■	■	■
Галенит	■	■	■
Сфалерит	■	■	■
Халькопирит	■	■	■
Теннантит	■	■	■
Тетраэдрит	■	■	■
Энаргит	■	■	■
Люционит	■	■	■
Электрум	■	■	■
Аргентит	■	■	■
Гессит	■	■	■
Тетрадимит	■	■	■
Алтаит	■	■	■
Адуляр	■	■	■
Монтмориллонит	■	■	■
Каолинит	■	■	■
Иллит	■	■	■
Алунит	■	■	■
Сульфиды в %	1-3	7-10	15-45
Теллуриды и селениды	Селениды	Селениды/теллуриды	Теллуриды
FeS в ZnS мол %	2-3	4-6	9-10
log fO ₂	-36,1 -37,3	-38-39	-39-40,5
Ph	7-8,2	6-7	4-5,5
PI сфалерита	207,6	207	206
log fS ₂	-9-10	-7 - -8,2	-6 - -3,8
Главные металлы	Pb,Zn + Ag	Ag-Au, Zn,Pb,Cu	Au-Ag, Cu

Примечание. PI сфалерита – потенциал ионизации сфалерита.

Именно с этими объектами в районе ассоциируют медно-молибден-золото-порфировые проявления. Нередко комплексные порфирово-эпитермальные системы Коргонского прогиба приурочены к вулканическим центрам с околужерловыми и жерловыми фациями вулканитов и большими мощностями игнимбритов [1]. К таким вулканическим центрам приурочены субвулканические купола и экструзивные тела, контролирующие размещение и порфировых и эпитермальных систем. В сфалерите высоко-сернистых объектов наибольшее содержание FeS и наименьшее значение потенциала ионизации, что указывает на меньшую кислотность среды при кристаллизации

СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ

цинковой обманки. Из других термодинамических признаков обращает на себя внимание самые низкие значения рН при высокой фугитивности серы. Таким образом, прогрессивное охлаждение и нейтрализация горячих кислотных гидротермальных флюидов по мере продвижения вверх от глубинного очага вмещающими породами в близ-поверхностной обстановке продуцирует кислотно-сульфатный тип изменений (алунит, барит) и зональные аргиллизиты с формированием типичных ассоциаций пирита, энаргита, люционита [2].

Перспективное проявление Казиниха находится на северной периферии Коргонского прогиба и ранее рассматривалось как мезотермальный свинцово-цинковый объект. Однако нашими исследованиями обнаружены крустификационные образования халцедона, а также адуляра, указывающие на эпитермальные условия образования объекта. Кроме того, на отдельных интервалах рудной зоны протяженностью до 2 км в средней её части обнаружены участки золото-серебряного состава с баритом и содержаниями золота от 0,5 до 4,5 г/т и серебра – от 150 до 740 г/т, что также позволяет отнести его к низко-сернистому типу эпитермальных систем. В рудах Казинихи отсутствуют теллуриды, но в обилии обнаружены селениды, что указывает на низко-сернистый тип оруденения.

Температуры кристаллизации кварца 2 генерации с аргентитом и электрумом Казинихи варьируют от 220 до 230° С. Потенциал ионизации сфалерита руд объекта самый высокий из сравниваемых объектов, и указывает на высокую кислотность среды минералообразования. Из других физико-химических условий кристаллизации следует отметить низкую фугитивность серы и высокую кислотности.

Проявление Коргончик имеет промежуточные характеристики между охарактеризованными типами прогиба и относится к промежуточно-сернистому типу эпитермальных систем. Проявление располагается в южной части прогиба, как и объекты высоко-сернистого типа. Характерной особенностью руд является обилие блеклых руд (теннантита и тетраэдрита), а также гематита. Околорудные метасоматиты представлены аргиллизитами и включают комплекс глинистых минералов (монтмориллонита, каолинита, иллита, алунита). Характерной чертой руд этого типа является их комплексность и присутствие как чисто золото-серебряных минералов, так и полиметаллических ассоциаций. Эта особенность руд привела к тому, что в рудах Коргончика наблюдается довольно значительное содержание сульфидов и в комплексных рудах отмечаются как селениды, так и теллуриды. По многим признакам руды Коргончика близки к высоко-сернистому типу хорошо изученного Красноярского месторождения.

В заключении следует отметить, что эпитермальное золото-серебряное оруденение Коргонского прогиба включает все известные типы эпитермальных систем, высоко-сернистый тип оруденения ассоциирует с медно-молибден-золото-порфирированными проявлениями, требующими ревизии и проведения оценочных работ.

Литература

1. Гусев А.И., Табакаева Е.М. Петрология и геохимия игнимбритов Коргонской свиты // Известия АО РГО, 2019. – № 3 (54). – С. 32–44.
2. Hedenquist J.W. Epithermal High Sulfidation Gold Deposits. URL: http://www.geologinesia.com/2015/11/epithermal-high-sulfidation-gold_9.html.
3. Sillitoe R.H. Porphyry Copper Systems // Economic Geology, 2010. – V. 105. – P. 3–41

СТРУКТУРНО-ПЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РУДНО-МАГМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НИКОЛАЕВСКОГО СКАРНОВО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ДАЛЬНЕГОРСКИЙ РУДНЫЙ РАЙОН, СИХОТЭ-АЛИНЬ)

Тихомиров Д.В., Елисеева О.А., Раткин В.В.

Научный руководитель - старший научный сотрудник В.В. Раткин

Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток, Россия

Дальнегорский рудный район на юге Сихотэ-Алиня объединяет все промышленно значимые скарновые и жильные свинцово-цинковые месторождения российского Дальнего Востока. Месторождения Pb-Zn руд отрабатываются здесь уже более 100 лет. В настоящее время ОАО «ГМК Дальполиметалл», действующее в основном на базе Николаевского месторождения, - одно из крупнейших горно-рудных предприятий РФ, выпускает около 35 % свинцового и 8 % цинкового концентрата от объема РФ.

Геодинамика, региональная геология и магматизм. Николаевское месторождение, как составная часть Дальнегорского рудного района, расположено в юго-восточной части Сихотэ-Алинского орогенного пояса - фрагмента новообразованной мезозойской континентальной литосферы, коллажа юрско-раннемеловых террейнов, сформированного в зоне взаимодействия Евразийского материка и Тихоокеанской плиты.

Таухинский террейн является рудовмещающим. Он возник в берриас-валанжинское время как аккреционная призма в Сино-Корейском сегменте активной континентальной окраины, был перемещён океанической плитой вдоль материка на север и в процессе поздний альб-раннесеноманского орогенеза вошёл в состав Сихотэ-Алинского складчатого пояса [2, 7]. Террейн сложен субдукционным меланжем, состоящим из фрагментов океанических гайотов триасового возраста и пластовых тел триасово-юрских кремнистых океанических толщ в аркозовом алевролитно-песчаниковом раннемеловом матрике призм. Характерной особенностью Таухинского террейна является обилие толщ микститов с дезинтегрированным материалом карбонатных шапок океанических гайотов в виде глыб и блоков известняков протяженностью до 1,5...2 км.

В турон-кампанское время притихоокеанская часть Сихотэ-Алиня была проявлена как активная континентальная окраина дивергентного типа. В процессе субдукции океанической плиты здесь был сформирован вулканический чехол, перекрывающий в виде окраинно-континентального пояса, при абсолютном

доминировании однородных толщ игнимбритов риолитов S-типа (приморская серия), складчатые комплексы сихотэ-алинских террейнов, включая Таухинский.

На границе поздний мел-палеоген реализуется переход от субдукции к режиму трансформного левостороннего скольжения континентальной и океанической плит. В эоцене уже в режиме трансформной окраины формируются рифтогенные субширотные впадины с доминированием субщелочных вулканитов риолитового состава и ассоциированных с ними гранитоидов А-типа [6]. В отличие от эоценовых магматитов в переходный период смены геодинамического режима в границах ранее сформированного позднемелового вулканического пояса проявляется вулканизм центрального типа с ярко выраженной антидромностью при доминировании андезитов среднего палеоценового возраста, $59,6 \pm 1,3$ млн. лет, по данным U-Pb датирования [1]. Максимум сопряженного с вулканитами интрузивного магматизма габбро-диорит-гранодиорит-гранитного состава, интегрально определяемого как дальнегорская вулcano-плутоническая ассоциация, приходится на средний палеоцен. При этом фиксируется одновозрастность интрузий основного и кислого состава. Характерной спецификой среднего палеоценового магматизма является, при преобладании гранитоидов S- и I-типа, присутствие интрузий гранитов А-типа. Особенностью дальнегорского импульса магматизма также является присутствие одновозрастных интрузивных дайковых тел ультраосновных пород и фаялитовых риолитов [4], которые могут выступать индикаторами режима деструкции слэба и инъекций астеносферного расплава в субконтинентальную литосферу Сихотэ-Алия.

Геологические особенности и структура Николаевского месторождения. Структура Николаевского месторождения определяется его приуроченностью к Николаевской вулcano-тектонической депрессии.

По нашим данным (рис.), заложение депрессии связано с турон-кампанским импульсом вулканизма, когда формировалась гигантская кальдера проседания, выполненная толщей туфов и игнимбритов риолитового состава приморской серии. Синхронно вулканизму происходило обрушение бортов кальдеры, где обнажился складчатый комплекс Таухинской аккреционной призмы. Дезинтегрированный материал, включая глыбы и блоки триасовых известняков, триасово-юрских кремней и раннемеловых песчаников, перемещался в придонную часть депрессии, где облекался и перекрывался туфами и игнимбритами. Как результат, в прибортовой части депрессии сформировался горизонт с «плавающими в туфах» глыбами известняков размером от 1...2 до 100...150 м.

Поздний импульс вулканизма связан с возникновением в красной части ранее сформированной позднемеловой кальдеры палеоценовой вулканической постройки центрального типа с характерным антидромным строением разреза. Нижняя часть разреза, мощностью около 500 м, сложена преимущественно туфами риодацитов с прослоями риолитов, дацитов, андезитов, вулканомиктовых песчаников и туффитов. Средняя часть, мощностью 400 м, представлена туфами, игнимбритами и игниоспумитами дацитов, а верхняя часть (мощностью до 800 м) - андезитами и андезибазальтами с прослоями андезидацитов. Жерловина вулканической постройки сложена комагматами верхней толщи андезитов в виде трубообразного тела кварцевых диоритов с подчиненным количеством габбро (рис.).

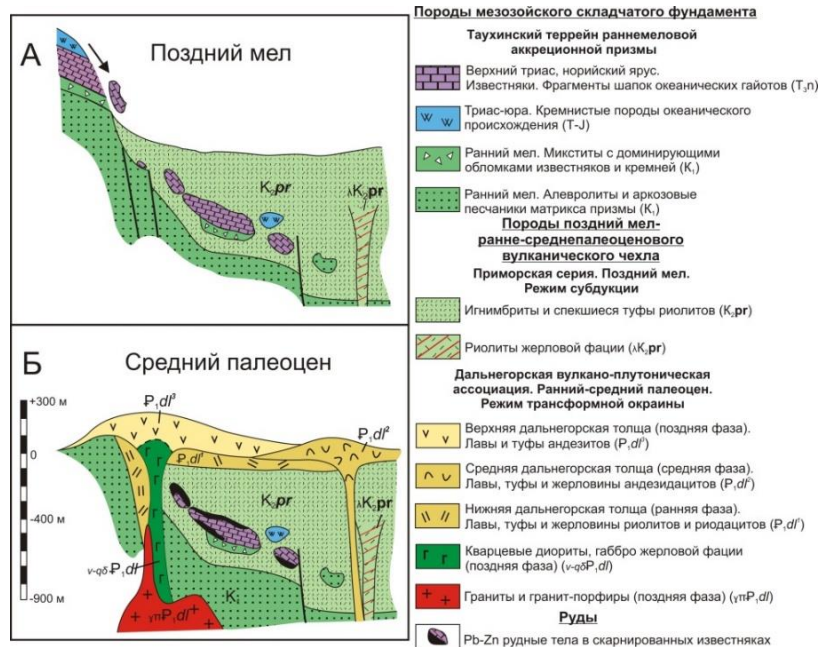


Рисунок. Реконструкция формирования палеовулканической структуры Николаевского Pb-Zn скарнового месторождения (по данным геолого-съёмочных работ, выполненных Дальнегорской ГРЭ)

Финальная фаза дальнегорского импульса магматизма проявлена в форме внедрения субщелочных гранитов и гранит-порфиров, экструзивных тел риодацитов и эксплозивных брекчий трахириодацитового состава.

Рудные тела и руды. Pb-Zn рудные тела Николаевского месторождения сопряжены с глыбами известняков в вулканитах. Морфологически они проявлены как зоны геденбергитовых скарнов с сульфидами, сформированные в виде плащеобразных залежей на контакте тел известняков и облекающих их вулканитов. Реже проявлены кварц-кальцит-сульфидные жилы, рассекающие тела известняков.

СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ

При изучении соотношений рудных тел и жерловых образований показано, что габброиды, датированные по циркону на уровне $59,5 \pm 1,1$ млн. лет, проявлены как дорудные образования. Учитывая, что скарны и руды пересекаются пострудными дайками андезибазальтов раннеэоценового возраста (около 55 млн. лет, по данным [3]), возраст оруденения Николаевского месторождения определяется как позднепалеоценовый. Этот вывод в полной мере соответствует результатам прямого определения возраста руд на соседнем Партизанском месторождении – $57,24 \pm 0,24$ млн. лет, по данным Ar-Ar датирования ортоклаза скарнов [5].

Заключение. В свете новых геологических и петрологических наблюдений, реализованное на Николаевском месторождении рудообразование связывается с финальной фазой магматизма дальнегорской вулcano-плутонической ассоциации, сформированной в геодинамическом режиме трансформной континентальной окраины в условиях мантийно-корового взаимодействия. Специфика месторождения в полной мере определяется структурой и особенностями формирования палеовулканической постройки палеоценового возраста.

Литература

1. Геохронологический атлас-справочник ВСЕГЕИ // <http://geochron-atlas.vsegei.ru/downloadFile.php?id=132>
2. Голозубов В.В. Тектоника юрских и нижнемеловых комплексов северо-западного обрамления Тихого океана. – М.: Москва, 2006. – 239 с.
3. Дубинина Е.О., Баскина В.А., Авдеенко А.С. Природа рудообразующих растворов Дальнегорского месторождения: изотопные и геохимические параметры измененных вмещающих пород // Геология руд. месторождений. – Москва, 2011. – Т. 53. – № 1. – С. 65 – 82.
4. Казаченко В.Т., Ханчук А.И., Лаврик С.Н., Перевозникова Е.В. Флогопит-оливиновые породы Таухинского террейна юго-восточного Сихотэ-Алиня // Тихоокеанская геология. – Хабаровск, 2013. – Т. 32. – № 5. – С. 330 – 345.
5. Лейер П., Раткин В.В. Первое прямое ^{40}Ar - ^{39}Ar -определение возраста скарнов Дальнегорского рудного района на юге Дальнего Востока России // Докл. Академии наук СССР. – Москва, 1997. – Т. 352. – № 2. – С. 222 – 225.
6. Grebennikov A.V., Khanchuk A.I., Gonevchuk V.G., Kovalenko S.V. Cretaceous and Paleogene granitoid suites of the Sikhote-Alin area (Far East Russia): Geochemistry and tectonic implications // Lithos, 2016. – V. 261. – P. 250 – 261.
7. Khanchuk A.I., Kemkin I.V., Kruk N.N. The Sikhote-Alin orogenic belt, Russian South East: Terranes and the formation of continental lithosphere based on geological and isotopic data // Journal Asian Earth Sciences, 2016. – V. 120. – P. 117 – 138.

ВЛИЯНИЕ ПРОПИЛИТ-БЕРЕЗИТОВЫХ ИЗМЕНЕНИЙ НА МАГНИТНУЮ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ ПОРОД СОХАТИНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (РЕСПУБЛИКА САХА (ЯКУТИЯ))

Юркова М.В.

Научный руководитель - профессор В.Г. Ворошилов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На начальном этапе проведения геологоразведочных работ первостепенной задачей является выделение участков, перспективных на обнаружение полезного ископаемого. Для этого разрабатываются прогнозно-поисковые модели, оновывающиеся на геофизических, геохимических, структурных и других предпосылках оруденения. Для получения актуальных аналитических данных о вещественном составе и физических свойствах пород и руд применяется портативное оборудование, которое может использоваться как в полевых, так и в камеральных условиях и позволяет в кратчайшие сроки получать информацию, направленную на дальнейшее эффективное планирование работ [1].

В статье приведены результаты изучения магнитных свойств рудовмещающих толщ Сохатинского месторождения, которое находится на территории Верхнеколымского улуса Республики Саха (Якутия).

Месторождение расположено в пределах Шаманихо-Столбовского рудно-россыпного золотоносного района. Рудовмещающими породами являются хлорит-кварцевые, хлорит-эпидот-кварцевые и мусковит-кварцевые сланцы сохатинской толщи (PR_{1sh}), по которым развиваются площадные пропилиты и линейные зоны березитов (кварц-карбонат-серицитовые метасоматиты).

В структурном отношении рудные тела приурочены к зонам пересечения разрывных нарушений северо-восточного и северо-западного простирания, и в целом контролируется структурами надвигового типа.

Формирование руд шло в два этапа: гидротермального, где их образование сопряжено с образованием березитов, и гипергенного, когда происходила их дезинтеграция.

Рудные тела представлены жильно-прожилковыми зонами кварцевого и карбонат-кварцевого состава с богатой сульфидной минерализацией, также отмечаются теллуриды и селениды. Из рудных минералов наибольшим распространением пользуется пирит. Кроме того характерными минералами для этого типа руд являются халькопирит и галенит, с которыми чаще всего ассоциирует и золото.

Цель работы – оценка взаимосвязи магнитной восприимчивости горных пород с характером их метасоматических изменений и геохимическими особенностями.

Факторным анализом в первичных ореолах Сохатинского месторождения было выявлено 3 геохимические ассоциации, отражающие как состав исходных пород, так и гидротермально-метасоматические процессы [3].

Фактор 1 объединяет элементы, большей частью петрогенные – Fe, Mn, P, Co, Ni, Nb. Согласно сравнению статистических критериев содержаний элементов в исходных породах, повышенными концентрациями элементов,

входящих в фактор 1 обладают хлорит- и хлорит-эпидотсодержащие породы, в отличие от кварц-светлослюдистых пород.

Фактор 2 является рудным и объединяет Au, Ag, As, Bi, Mo.

Фактор 3 также объединяет тесно связанные с золотом элементы-спутники – Pb, Cu, Te, Se, W. Их выделение в отдельный фактор произошло, видимо, потому, что аномалии указанных элементов часто выходят за пределы собственно золоторудной минерализации, маркируя рудоподводящие и рудовмещающие структуры (рис. 1).

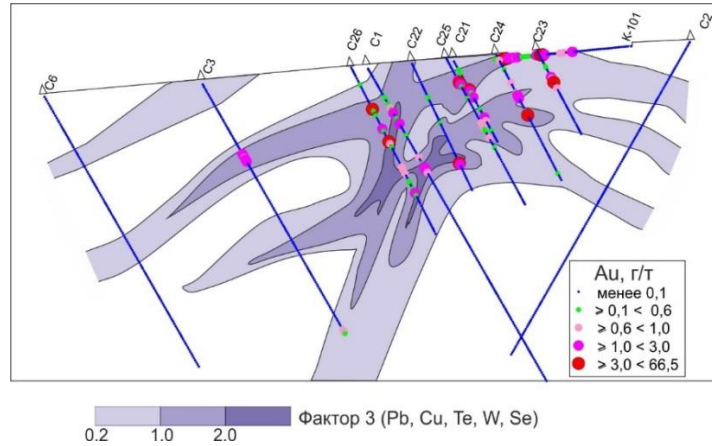


Рис. 1. Содержания золота и изолинии значений фактора 3 в плоскости разреза по линии скважин 6-3-1-22-21-2

Для измерения магнитной восприимчивости пород (χ) использовался каппометр КТ-10, позволяющий проводить замеры с чувствительностью $1 \cdot 10^{-6}$ СИ [1].

Результаты измерений показали, что магнитность пород в целом отражает их основность: породы, содержащие биотит, хлорит и эпидот более магнитны, чем кварцево-гидрослюдистые породы. По скважинам отмечается сопряженность между аномалиями фактора 1 (P, V, Fe, Mn, Zn, Co, Ni, Nb) и участками повышенной магнитной восприимчивости. Однако количественная взаимосвязь данных параметров не является прямо-пропорциональной. На рис. 2 приведено распределение в плоскости разреза суммы элементов (в нормированных на среднее арифметическое содержаниях), входящих в фактор 1, то есть отражающих основность исходных пород. Довольно часто отмечаются несвойственно высокие значения магнитной восприимчивости у кварц-светлослюдистых пород, которые были подвержены дроблению и прожилковому окварцеванию. Участки интенсивной пропилитизации сопровождаются сульфидной вкрапленностью и обладают низкой магнитной восприимчивостью. С другой стороны, березиты, сформировавшиеся по пропилитам, фиксируются повышенными концентрациями P, V, Fe, Mn, Zn, Co, Ni, Nb, хотя темноцветов в них визуально уже не наблюдается (рис. 2, 3).

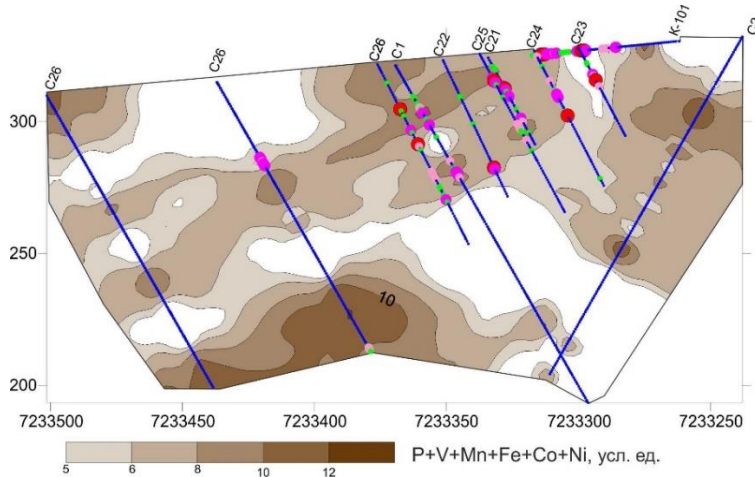


Рис. 2. Распределение суммы элементов, фиксирующих основность исходных пород, в плоскости разреза по линии скважин 6-3-1-22-21-2

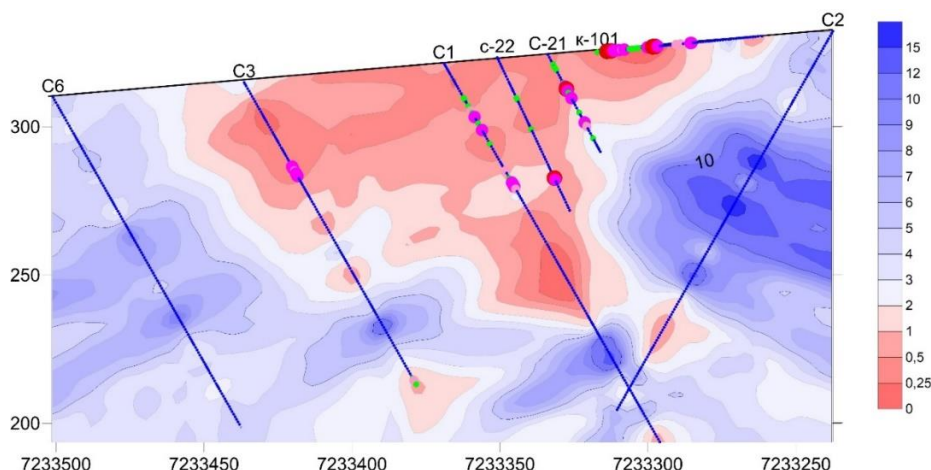


Рис. 3. Магнитная восприимчивость пород ($n \cdot 10^{-3}$ СИ) в плоскости разреза по линии скважин 6-3-1-22-21-2

Все это позволяет говорить о том, что магнетит не только изначально присутствует в исходных породах, но дополнительно образуется и существенно перераспределяется в процессе пропилитизации.

Предполагается, что исходным источником P, V, Fe, Mn, Zn, Co, Ni являются вмещающие кварц-биотитовые сланцы и дайки микроделеритового состава (vJ_3gr). В процессе пропилитизации эти элементы интенсивно мигрируют. Fe вначале отлагается в составе эпидота, хлорита, магнетита, развивающимися по темноцветным минералам исходных пород. Мигрируя вдоль проницаемых зон, пропилитизирующие флюиды приводят к повышению магнитной восприимчивости пород. С возрастанием интенсивности процесса магнетит замещается сульфидами – пиритом, халькопиритом и арсенопиритом. Магнитная восприимчивость пород при этом резко снижается, а концентрация золота в метасоматитах возрастает.

Таким образом, в масштабах золоторудных тел их периферия характеризуется повышенной магнитностью, а в центральных частях породы практически немагнитны (рис. 3). Данный факт может служить критерием для поисков золоторудных месторождений и оценки их масштабов.

Литература

1. Рудмин М.А. Фациальные особенности и магнитная восприимчивость рудовмещающих отложений Бакчарского железорудного проявления (Томская область) [Электронный ресурс] / М.А. Рудмин // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ] / Томский политехнический университет (ТПУ). – 2014. – Т. 324. – № 1. – Науки о Земле. – С. 48–55.
2. Юркова М.В. Геохимическая зональность Сохатинского месторождения (Республика Саха (Якутия)) // Проблемы геологии и освоения недр труды XXIV Международного симпозиума им. акад. М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященного 75-летию Победы в Великой Отечественной войне, Томск, 6–10 апреля 2020 г.: в 2 т.: – 2020. – Т. 1. – С. 151–152.

С Е К Ц И Я 4

ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

МЕТОДЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ПЛАСТА АС₁₂ ПРИОБСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ХМАО)

Бабинова Д.И.

Научный руководитель - доцент Г.Ф. Ильина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Крупное нефтяное Приобское месторождение располагается в Ханты-Мансийском автономном округе (ХМАО – Югра) Тюменской области. Ближайшие населённые пункты располагаются на удалении 65 км от г. Ханты-Мансийска и в 200 км восточнее г. Нефтеюганска. Изучение геологического строения территории, где было открыто Приобское месторождение, началось с 1958 года [1]. Месторождение характеризуется сложным строением продуктивных горизонтов. Геологический разрез сложен мощной толщей терригенных отложений осадочного чехла. В неокомских пластах выявлены залежи, которые содержат более 90 % запасов нефти. В них выделено девять нефтеносных пластов группы АС, запасы которых относятся к категории трудноизвлекаемых. Причиной неравномерной выработки является высокая неоднородность и прерывистость коллекторов. Залежи, приуроченные к пластам АС₁₀, АС₁₁ и АС₁₂, имеют промышленное значение. При этом коллекторы горизонтов АС₁₀ и АС₁₁ имеют среднюю и низкую продуктивность, а коллекторы горизонта АС₁₂ – аномально низкую.

Следует выделить пласт АС₁₂, более значимый по запасам нефти. Пласт представлен неравномерным переслаиванием аргиллитов, алевролитов, песчаников и имеет клиноформное строение. Клиноформа – осадочное тело, образовавшееся в переходной зоне от мелководного шельфа бассейна (ундаформы) к относительно глубокой недокомпенсированной впадине (фондоформе). Залежь пласта АС₁₂ занимает практически весь лицензионный участок. Ее протяженность с севера на юг 67,5 км, с запада на восток – 53,2 км; площадь 2106 км²; высота 326 м (от -2420 м до -2751 м). Толщина пласта колеблется от 0,4 м до 55,7 м, а средняя составляет 13 м. Кпесч. составляет в среднем 0,21 при Красч. 8.

При испытании дебит нефти колеблется от 1 м³/сут до 46 м³/сут в обсадной колонне. Начальное пластовое давление составило 26 МПа, но по мере разработки начинало снижаться и на данный момент составляет порядка 23 МПа, обводненность продукции 35 %, текущий КИН 0,3, газовый фактор 60 м³/т.

Одним из наиболее эффективных методов интенсификации добычи нефти из низкопроницаемых коллекторов, к которым относится пласта АС₁₂, широко применяемых в Западной Сибири, является гидравлический разрыв пласта (ГРП). Оценка эффекта ГРП на основании увеличения среднего дебита указывает на увеличение с 15 до 36 т/сут. Средний дебит нефти до ГРП составлял 11,5 т/сут, после ГРП – 23 т/сут. Обводненность продукции при этом не изменяется [2]. По добывающим скважинам объекта принято решение о проведении повторных ГРП.

Таблица

Результаты проведения повторных ГРП на месторождении

Дебит жидкости до ГРП, т/сут	Число скважин с кратностью роста дебита жидкости, число раз					Средняя кратность роста дебита жидкости, число раз
	1-2	2-3	3-4	4-5	>5	
1-5	6	19	37	25	31	4,8
5-10	60	214	48	13	6	2,6
10-20	236	57	11	2	0	1,8
20-30	35	2	0	1	0	1,6
>30	28	6	0	0	0	1,5
Всего	366	296	139	68	37	2,5

Установлено, что в 80 % случаев повторные ГРП проводились в низкодебитных скважинах (дебитом ниже 20 т/сут), где получен наибольший эффект. Таким образом, средняя кратность роста дебита составила 3,5 раза по сравнению с дебитами до остановки скважин.

Вывод: анализ результатов интенсификации на Приобском месторождении показывает, что гидроразрыв пласта является основным методом по эффективности для пласта АС₁₂.

Литература

1. Геология нефти и газа Сибирской платформы / А.Э. Конторович, В.С. Сурков, А.А. Трофимук и др.; под ред. В.С. Суркова. – М.: Недра, 1981. – 552 с.
2. Массовое проведение гидроразрыва пласта – ключевая технология разработки южной части Приобского месторождения / К.Е. Янин, Д.Ю. Колупаев, М.М. Буккулов, С.А. Солодов // ПРОНЕФТЬ. Профессионально о нефти, 2019. – № 1. – С. 39 – 45.

**ИХНОФАЦИЯ GLOSSIFUNGITES В ФАЦИАЛЬНОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ НА ПРИМЕРЕ
ИЗУЧЕНИЯ КЕРНА ЮРСКИХ ПОРОД МАНГЫШЛАКА**

Балгымбекова А.Ж.

Научный руководитель - профессор О.С. Чернова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

С породами юрского возраста связана промышленная нефтегазоносность различных крупных месторождений Мангышлакского региона. Это такие месторождения как Жетыбай, Узень, Тенге, Актас и др. При седиментологическом изучении кернa немаловажную роль играет интерпретация ихнофаций, встречаемых в разрезе для определения фациальной обстановки осадконакопления. Седиментологическая интерпретация по керну является наиболее достоверным ключом понимания условий, в которых произошло осадконакопление.

В составе юрской системы Мангышлака выделяются нижний, средний и верхний отделы. Терригенными породами представлены породы нижней и средней юры. Обнаруженные в керне следы жизнедеятельности ихнофации *Glossifungites* встречены в породах келловейского яруса среднего отдела юрской системы.

Считается, что Глоссифунгитовая ихнофация (англ. *Glossifungites* Ichnofacies) была изначально описана Дольфом Зейлахером в середине шестидесятых годов для нор, которые выкопаны в твердых или уплотненных субстратах. Как самостоятельная ихнофация она была определена Фрэм и Пэмбертоном (Frey and Pemberton, 1984). По их данным к таким ихнофациям относятся плотные нелитифицированные субстраты (*firmground*) в морской среде с высокой энергией волнения и течения и заселенные организмами, которые могут перерабатывать очень плотные субстраты техниками, привычными для биотурбации; одновременно здесь происходит и биоэрозия [1].

В ассоциацию ископаемых следов, типичной для глоссифунгитовой ихнофации, входят: 1 – *Thalassinoides*; 2 – *Glossifungites*; 3 – *Trypanites*; 4 – *Rhizocorallium*; 5 – *Psilonichnus*.

Эти ихнофации широко используются для идентификации и интерпретации стратиграфических разрывов последовательностей. Это могут быть трансгрессивные разрывы, которые ограничивают последовательность (FS/SU), поверхности максимального затопления (MFS), трансгрессивные поверхности (TS) и поверхности, разграничивающие парапоследовательности (поверхность затопления, FS). Ихнофация *Glossifungites* доказала свою ценность при идентификации поверхностей перерыва и широко используется при сиквенс-стратиграфическом анализе морских и прибрежно-морских последовательностей.

В обширном керновом материале скважин Мангышлака в интервале от тоарского яруса нижней юры до келловейского яруса верха средней юры появление ихнофации *Glossifungites* отмечается только в келловейском ярусе. Для отложений от тоарского до батского ярусов характерно наличие дельтовых обстановок осадконакопления с различными фациями распределительных каналов, устьевых баров, заливов, продельты, лагун и т.д. Это достаточно мощные интервалы отложений, составляющие тысячу метров терригенной породы. Вверх по разрезу в конце батского яруса и начале келловейского яруса в разрезе доминируют преимущественно глинистые отложения с редкими маломощными интервалами тонкозернистых песчаников, а также с зонами частого повторяющегося тонкого переслаивания глин с алевролитами. На рисунке 1 представлен пример таких часто переслаивающихся глинистых и алевролитовых пород приливно-отливной зоны. Это отложения верхней части батского яруса.

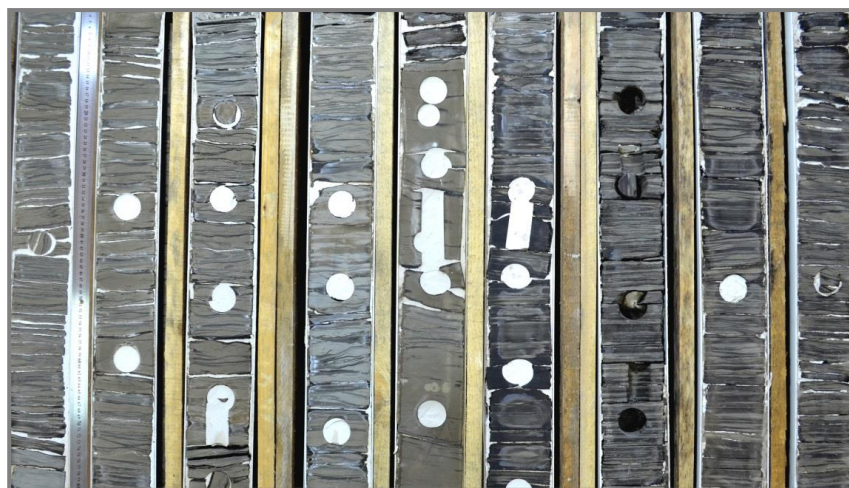


Рис. 1 Отложения приливно-отливной зоны (уменьшение глубины слева направо)

Выше по разрезу, в келловейском ярусе появляется зона со следами *Thalassinoides* ихнофации *Glossifungites* (рис. 2). Данный участок расположен над интервалом отложений литорали с фациями песчаных каналов, шеньеров. Округлые ходы нор заполнены вышерасположенным твердым субстратом и достаточно контрастно выглядят в слоистой алевроново-глинистой мягкой толще.

Этот слой возник в период, когда поверхность ненакопления была частично уплотнена (*firmground*). Затем происходило дальнейшее укрепление грунта с его цементацией (в промежутке 0,20-0,31см). Далее, выше зоны с норами и цементацией интервал продолжает монотонная глина. Рассматривая литофациальные изменения и наличие

нор *Thalassinoides*, которые могут маркировать некоторые перерывы или поверхности автоциклической эрозии, можно интерпретировать границу перерыва и начало последующего морского затопления.

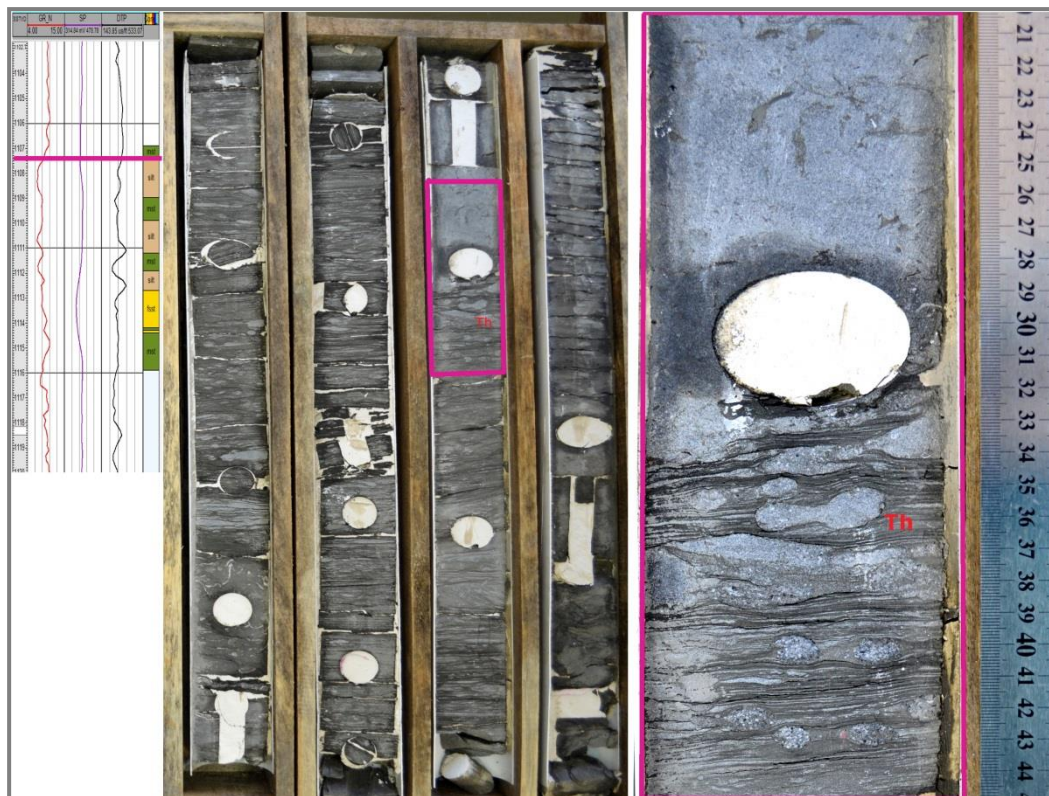


Рис. 2 Заполнение нор *Thalassinoides* ихнофации *Glassifingites* (уменьшение глубины слева направо)

Литература

1. Микулаш Р., Дронов. А. Палеоихнология – Введение в изучение ископаемых следов жизнедеятельности. – Прага: Геологический институт Академии наук Чешской Республики, 2006. – 122 с.
2. Чернова О.С. Седиментология резервуара. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 455 с.

ХАРАКТЕРИСТИКА МАТЕРИНСКИХ ПОРОД, КОЛЛЕКТОРОВ И ФЛЮИДОУПОРОВ ОСАДОЧНОГО БАСЕЙНА ТАУДЕНИ (ЗАПАДНАЯ АФРИКА)

Балло М.Б.

Научный руководитель - профессор Т.В. Карасева

Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, Россия

Бассейн Таудени, находящийся в пределах Западноафриканского кратона (ЗАК), является крупнейшим осадочным бассейном в Африке и имеет площадь около двух миллионов квадратных километров. Он находится в Мавритании и Мали и незначительно простирается на Алжир, Буркина-Фасо и Сенегал. Структура бассейна Таудени довольно проста, с несколькими долгоживущими депоцентрами, разделенными возвышениями фундамента и небольшой деформацией отложений вдали от подвижного пояса Мавританидов вдоль западной окраины бассейна в Мавритании и Сенегале [1].

Геофизические исследования выявили общую структуру Западноафриканский кратона, показав несколько основных депоцентров. Бассейн Таудени разделяют на восемь суббассейнов [3], но только три содержат отложения значительные по мощности, в том числе протерозойские и палеозойские: суббассейн Адрар (Adrar) на северо-западе, суббассейн Ханк (Hank) на северо-востоке и суббассейн Ходх (Hodh) на юго-западе (рис. 1). Глубина этих суббассейнов составляет от 3 до 6 км.

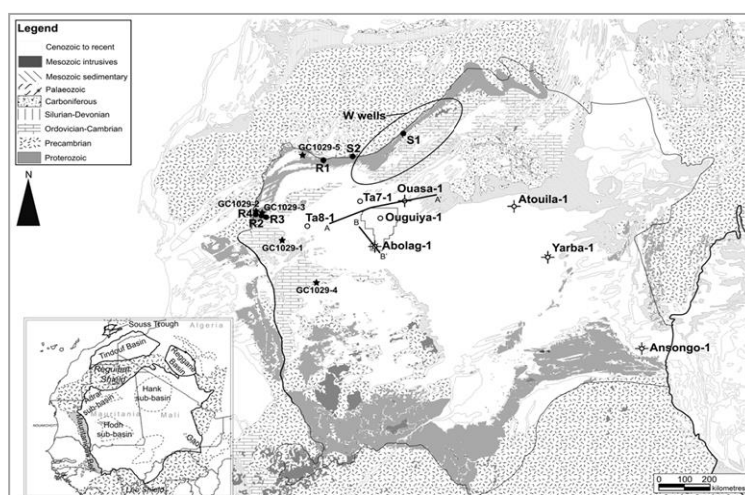


Рис. 1 Геологическая карта бассейна Таудени [2]

Хотя открытие углеводородов было установлено на раннем этапе изучения, бассейн Таудени является в значительной степени недостаточно изученным и по-прежнему остается одним из последних рубежей в поиске месторождений нефти и газа на северо-западе Африки. В скважине Abolag-1 были выявлены нефтебитумопроявления в нижней части формации Атар (Atar) в интервале 2523–2536 м [4]. Выше газ выявлен в скважинах Оуаса-1 (Ouasa-1), Атуйла-1 (Atouila-1), Ярба-1 (Yarba-1), а также Аболаг-1 (Abolag-1).

На рис. 2 показано развитие материнских пород, коллекторов и флюидоупоров в бассейне Таудени [5]. Несколько интервалов потенциальных материнских пород идентифицированы в рифейских отложениях бассейна в формациях Атар и Ассабет-эль-Хассиан. Материнские породы формации Атар были определены как основные материнские породы в северной части бассейна Таудени. Материнские породы также встречаются в некоторых интервалах силурийских отложений.

Система	Материнская порода	Коллектор	Покрышка
Каменноугольная			Blue
Девонская		Yellow	Blue
Силурийская	Green		Blue
Ордовикская		Yellow	Blue
Кембрийская			Blue
Вендская		Yellow	Blue
Рифейская	Green	Yellow	Blue

Рис. 2 Распределение материнских пород, коллекторов и флюидоупоров в бассейне Таудени

Коллекторы широко распространены в разрезе. В скважине Аболаг-1 они установлены в карбонатных отложениях верхней части формации Атар. Формации, лежащие над и под формацией Атар, являются тоже потенциальными коллекторами. Возможные коллекторы могут присутствовать в отложениях песчаников, возраст которых от кембрия до девона. Флюидоупоры (покрышки) установлены в рифейских формациях Чар, Атар и Ассабет-эль-Хассиан. В разрезе скважины Аболаг-1 флюидоупоры представлены плотными карбонатными фациями. Несколько песчаных мелкозернистых протяженных интервалов в пределах формации Ассабет эль-Хассиан также могут быть региональными флюидоупорами. Отдельные интервалы в пределах формации Ассабет-эль-Хассиан, сложенные глинистыми и плотными карбонатными породами, выделяются в качестве региональных флюидоупоров. [5]. Долеритовые силлы в мелкозернистых отложениях протерозойского и палеозойского возраста могут служить локальными флюидоупорами [3].

Таким образом, комплексный анализ результатов изучения бассейна Таудени свидетельствует о благоприятном развитии в разрезе материнских пород, коллекторов и флюидоупоров, что указывает на высокие

перспективы нефтегазоносности бассейна. В связи с этим необходимо продолжать геологоразведочные работы, приостановленные в последнее время.

Литература

1. Alvaro J.J., Vizcaino D. Proterozoic microbial reef complexes and associated hydrothermal mineralizations in the Banfora Cliffs, Burkina Faso // *Sedimentary Geology*, 2012. – P. 144 – 156.
2. Antonio M., Monge R.B. An unusual Proterozoic petroleum play in western Africa: the Atar Group carbonates (Mauritania) // *Geological Society London Special Publications*, 2016. – P. 34 – 38.
3. Trompette R. Le Pré-cambrien supérieur et le Paléozoïque inférieur de l'Adrar de Mauritanie (bordure occidentale du bassin de Taoudeni, Afrique de l'Ouest), un exemple de sédimentation de craton // *Étude stratigraphique et sédimentologique*. – Travaux des Laboratoires des Sciences de la Terre, 1973. – Serie B, 7. – P. 680 – 702.
4. Villanueva E.A., Permayer A. Solid hydrocarbons in proterozoic dolomites, Taoudeni basin, Mauritania // *Journal of Petroleum Geology*, 2016. – № 5. – P. 25 – 27.
5. Zhilong H. Petroleum systems of the Taoudeni Basin // *West Africa // Petroleum Science*, 2008. – № 5. – P. 24 – 30.

**КОЛЛЕКТОРСКИЕ СВОЙСТВА ПОРОД НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АЛАТЮБЕ
Бекмагамбетова А.К.**

Научный руководитель - профессор С.К. Умиршин
**Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева,
г. Алматы, Казахстан**

На месторождении Алатюбе установлены в продуктивном горизонте отложения среднего триаса, как порово-каверновые, каверново-поровые, а также трещинные коллекторы. Объектами исследований были образцы керна карбонатных и терригенных пород-коллекторов месторождения Алатюбе.

Залежи Т2-А1 представлены порово-каверновым коллектором. Макроскопически это светло-коричневые кристаллические породы с палочковидным и сегмоидным детритом (0,5-5 мм), редкими обломками раковин до 3 см, в расположении которых видна субпараллельная ориентировка. Очень легкие, легко раскалываются от удара.

Каверново-поровые коллекторы, вмещающие залежи Т2-Б1 и Т2-Б2, представлены различными литологическими разностями известняков, доломитов, туфов, туффитов. Породы комковатые, оолитово-комковатые, обломочно-оолитовые, обломочно-оолитово-комковатые с постепенными переходами от одной разности к другой. Неоднородность структуры обуславливает пятнистую пропитку углеводородами, которые заполняют разнонаправленные трещины [2].

Микроструктуры различных типов карбонатных коллекторов среднего триаса приведены на рис. 1.

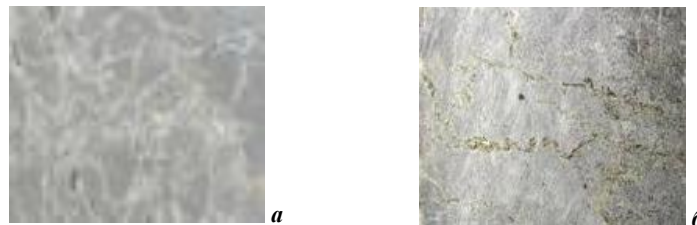


Рис. 1 Трещины напластования в известняках (а) и трещины, заполненные природной нефтью или битумом, (б) среднего триаса: а – керн с глубины 2285-2400 м; б – керн с глубины 2860-2885 м

Основными трещинными коллекторами являются карбонатные породы: известняки и доломиты. Глубина продуктивного слоя на данном месторождении 4150 м.

Для трещинных пород-коллекторов характерно наличие вертикальных, разнонаправленных, реже горизонтальных трещин (рис. 2). Матрицей трещиноватых пород являются участки, лишенные трещин. Поскольку матрица не имеет эффективной пористости (открытые поры заняты водой), то оценивается как водонасыщенная. Трещины формируют емкостную среду коллектора. В связи с тем, что проницаемость матрицы, как правило, составляет тысячные $\cdot 10^{-3}$ мкм², путями фильтрации нефти служат трещины [2].



Рис. 2 Известняк микротрещиноватый. Месторождение Алатюбе, скв. 40, глубина 3770-3780 м

По данным петрографического изучения известняков в шлифах, основным порообразующим компонентом в них является органогенный детрит, преимущественно палочковидной (размером 0,03-0,15 x 3-6 мм), меньше сегмидной формы, редко встречаются обломки раковин размером до 5-7 мм. Связующая масса (20-40 %) сложена крупнокристаллическим (0,3-0,8 мм) кальцитом. В виде примеси присутствуют единичные зерна (1-2,5 мм) кварца, полевых шпатов, эффузивных пород. Многочисленные пустоты (0,05-1,5 мм) фиксируются в связующей кальцитовой массе, меньше в детритовых элементах. По кальцитовой массе повсеместно участками развивается ангидрит. Резко ухудшаются коллекторские свойства в случае, когда пустоты залечиваются микро-мелкозернистым кварцем. Размеры сохранившихся пустот не превышают 0,3-0,4 мм.

Каверново-поровые коллекторы, вмещающие залежи Т₂-Б₁ и Т₂-Б², представлены доломитами комковатыми, оолитово-комковатыми, обломочно-оолитовыми, обломочно-оолитово-комковатыми, с постепенными переходами от одной разности к другой. Неоднородность структуры обуславливает пятнистую пропитку углеводородов, которые заполняют разнонаправленные трещины [1].

Литература

1. Крупнин А.А. Нефтегазоносность вторичных коллекторов в карбонатных породах среднего триаса Южного Мангышлака. // Нефтегазовое дело, 2012. – №3 – С. 275 – 286.
2. Обоснование методов и анализ результатов лабораторного изучения свойств трещинных и каверновых коллекторов триасовой продуктивной толщи Южного Мангышлака / В.А. Проняков, Л.Ф. Чербянова и др. – Шевченко, КазНИПИнефть, 1983. – 155 с.

ФОРМИРОВАНИЕ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ МАЙНИЦКОГО ПРОГИБА АНАДЫРСКОГО БАСЕЙНА НА ОСНОВЕ 1D МОДЕЛИРОВАНИЯ

Боталов А.Н.

Научный руководитель – доцент О.Л. Алексева

Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, Россия

Анадырский нефтегазоносный бассейн (НГБ) расположен в Чукотском автономном округе Российской Федерации. Бассейн площадью около 60-70 тыс. км² занимает территорию Анадырской низменности и открывается в акваторию мелководного шельфа Берингова моря (рис. 1).



Рис. 1 Физико-географическое положение Анадырского НГБ

В тектоническом отношении Анадырский НГБ приурочен к одноименному прогибу, который наложен на структуры трех разновозрастных складчато-надвиговых сооружений: альпийского Корякского на юге, позднемезозойского Западно-Корякского на западе и Анюйско-Чукотского на севере [1]. Это говорит о гетерогенности фундамента бассейна и различном строении осадочного чехла в северной и южной частях. В целом осадочный чехол представлен отложениями кайнозойского возраста.

С точки зрения перспективности на нефть и газ наиболее перспективным районом является Майницкий прогиб [2], расположенный в южной части Анадырского бассейна. Прогиб сложен палеоген-неогеновыми терригенными отложениями, мощность которых достигает до 8 км в наиболее погруженных участках прогиба. В пределах Майницкого прогиба открыто три месторождения: Ольховое нефтяное, Верхне-Телекайское нефтегазоконденсатное и Верхне-Эчинское нефтяное [3], залежи которых залегают в отложениях собольковской (N_1^{1sb}), гагаринской (N_1^{1gg}) и автаткульской (N_1^{1-2avt}) свит.

Данная работа посвящена изучению формирования нефтегазоносности Майницкого прогиба на основе 1D бассейнового моделирования с помощью программного комплекса PetroMod.

Благодаря 1D моделированию с помощью программы PetroMod была построена модель, которая отображает геологический разрез в настоящее время, также распределение современных температур и отражательной способности витринита (ОСВ), историю погружения, прогрева и генерации углеводородов (УВ) в Майницком прогибе Анадырского НГБ, что дает возможность анализировать геологическое строение и формирование нефтегазоносности исследуемого района не только в настоящее время, но и в прошлые геологические эпохи.

В осадочном терригенном разрезе Майницкого прогиба были выделены три основные нефтегазоматеринские (НГМ) толщи: танюерская ($P_1-P_2^{1tn}$), усть-чирынайская (P_2^{2uch}) и майницкая ($P_2^3-P_3mn$). К породам-коллекторам относятся отложения собольковской, гагаринской и автаткульской свит, представленные песчаниками и алевролитами. Выше этих толщ залегают региональный флюидоупор – алевроитоглинистые отложения элисеевской (N_1^{2el}) свиты [2, 3].

На графике изменения ОСВ со временем (рис. 2) видно, что отложения майницкой свиты вступили в главную зону нефтеобразования (ГЗН) в позднеолигоценовое время, пик нефтегенерации приходится на поздний миоцен – квартал.

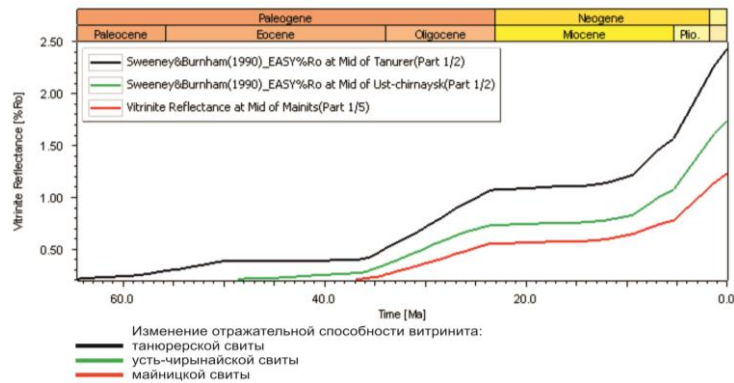


Рис. 2 Изменения во времени ОСВ НГМ свит

К этому времени уже были сформированы коллекторы, ловушки и флюидоупоры, т. е. создались благоприятные условия для образования залежей УВ. Характеристика других НГМ отложений представлена в таблице.

Таблица

Время вступления материнских отложений в ГЗН и ГЗГ образования

Материнские свиты	Тип ОБ	Время вступления в ГЗН	Время вступления в ГЗГ
Майницкая	Сапропелево-гумусовое	Поздний олигоцен	Не вступили
Усть-чирынайская	Гумусовое	—	Рубеж раннего и позднего плиоцена
Танюерская	Гумусовое	—	Поздний миоцен

Результаты моделирования погружения, прогрева толщ, заполняющих Майницкий прогиб Анадырского осадочного бассейна, и генерации УВ показаны на рисунке 3. Тонкие черные линии – линии погружения, жирные черные линии отражают степень зрелости органического вещества толщ (значения ОСВ) и жирные желтые линии – палеоизотермы (°C).

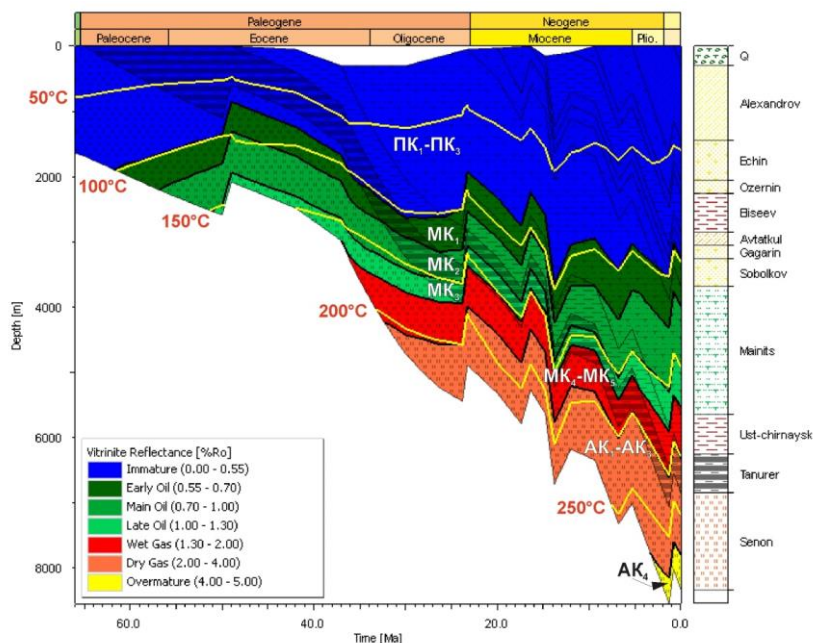


Рис. 3 Модель погружения, прогрева толщ и генерации УВ в Майницком прогибе

Из модельных расчетов следует, что оптимальной степени зрелости для генерации УВ в процессе воздействия давлений и температур достигло ОБ майницкой свиты, а также более древних отложений.

Отложения майницкой свиты в настоящее время находятся в ГЗН (МК₁-МК₃). Пику нефтегенерации отвечает ОБ средней части разреза майницкой свиты. Усть-чирынайская свита соответствует главной зоне газообразования (ГЗГ), а именно генерации жирного газа (МК₄-МК₅). Материнские толщи танюерской свиты расположены в ГЗГ, при этом они генерируют сухой газ – СН₄ (АК₁-АК₃).

Таким образом, благодаря программе PetroMod удалось смоделировать формирование нефтегазоносности Майницкого прогиба Анадырского бассейна. Существенный вклад в образовании залежей нефти внесли в первую очередь глины майницкой свиты, которые следует рассматривать как основные нефтематеринские толщи для Майницкого прогиба. В образовании залежей газа большую роль сыграли газоматеринские толщи усть-чирынайской и танюерской свит, в разрезе которых присутствует гумусовая органика в виде пластов угля.

Литература

1. Антипов М.П., Бондаренко Г.Е., Бордовская Т.О., Шипилов Э.В. Анадырский бассейн. Северо-восток Евразии, Беринговоморское побережье. Геологическое строение, тектоническая эволюция и нефтегазоносность. – Апатиты: Геологический институт КНЦ РАН, 2008 г. – 53 с.
2. Шеин В.С., Игнатова В.А. Геодинамика и перспективы нефтегазоносности осадочных бассейнов Дальнего Востока. – М.: ВНИГНИ, 2007. – 296 с.
3. Харахинов В.В., Шленкин С.И., Вашкевич А.А., Д.Д. Агапитов, Обухов А.Н. Нефтегазоносные бассейны Беринговоморского региона (итоги нефтегазопоисковых работ 2000-2009 гг.). – М.: Научный мир, 2014. – 340 с.

ВЫЯВЛЕНИЕ ГЕОЛОГО-ФИЗИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ УСПЕШНОГО ПРОВЕДЕНИЯ КИСЛОТНОГО ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА

Бояров В.Ю., Торсунова Д.В.

Научный руководитель - старший преподаватель А.А. Кочнев

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь, Россия

Значительная доля месторождений России и Пермского края находится на поздних стадиях разработки. На таких месторождениях для интенсификации добычи нефти и повышения нефтеотдачи широко применяются различные геолого-технические мероприятия.

Одним из самых распространенных методов повышения нефтеотдачи в Пермском крае является гидравлический разрыв пласта [1], в том числе его модификация – кислотный гидравлический разрыв пласта. Данная технология проводится на карбонатных коллекторах, которые характеризуются неоднородностью фильтрационно-емкостных свойств. При проведении кислотного гидравлического разрыва производится закачка в пласт под высоким давлением высоковязкой жидкости для образования трещины и заполнения высокопроницаемых каналов, а также раствора соляной кислоты, при взаимодействии с которым поверхность трещины становится шероховатой. В результате наблюдается увеличение проницаемости призабойной зоны, что способствует повышению коэффициента извлечения нефти. Проведение технологии не всегда экономически рентабельно. Также существует риск прорыва воды к добывающей скважине и не достижения плановых показателей успешности. Для повышения эффективности мероприятий необходимо тщательно производить подбор скважин-кандидатов, для этого важно оценивать влияние геолого-технологических характеристик объектов на эффективность мероприятия.

На месторождениях Пермского края за анализируемый период проведено 392 мероприятия на 42 месторождениях. Продуктивными являются отложения в основном фаменского, турнейского, башкирского, московского возраста. В работе проведен анализ эффективности проведения мероприятий в различных геолого-физических условиях. Для оценки влияния геолого-физических параметров на эффективность кислотного гидроразрыва пласта создана сводная база с данными по скважинам месторождений Пермского края, на которых применялась данная технология. В базу включены результаты промысловых гидродинамических и геофизических исследований, а также технологические параметры по скважинам: средняя общая толщина, средняя нефтенасыщенная толщина, коэффициент пористости, средняя нефтенасыщенность чисто-нефтяной зоны, коэффициент проницаемости призабойной зоны пласта, коэффициент проницаемости удаленной зоны пласта, коэффициент песчаности, коэффициент расчлененности, средняя вязкость нефти в пластовых условиях, плотность нефти в пластовых условиях, объемный коэффициент нефти, содержание парафина в нефти, давление насыщения нефти газом, средняя газонасыщенность, дебит нефти до мероприятия, обводненность, гидропроводность призабойной зоны пласта, гидропроводность удаленной зоны пласта, пьезопроводность, коэффициент продуктивности, давление пластовое, давление забойное, скин-фактор, дебит нефти до мероприятия, дополнительная добыча нефти на скважину, эффективность геолого-технологического мероприятия, время работы с эффектом, среднесуточный прирост дебита.

В ходе работы проведен анализ влияния геолого-физических параметров на эффективность кислотного гидравлического разрыва пласта. Для анализа использовались стандартные статистические методы, позволяющие выявить наиболее значимые параметры. Все скважины поделены на две группы по показателю суточный прирост дебита нефти: в первую включены скважины со значением параметра менее 6 т/сутки – это медианное значение прироста дебита нефти по скважинам в исследуемой выборке (188 скважин), во вторую – скважины со значением параметра более 6 т/сутки (204 скважин).

Для выделения параметров, оказывающих наиболее значительное влияние на эффективность кислотного гидроразрыва пласта, между группами по всем перечисленным ранее параметрам посчитаны *t*-критерий Стьюдента (*t*-

критерий) и критерий Пирсона (χ^2). Целью являлось выявление с помощью указанных критериев тех параметров, для которых будет зафиксировано значительное расхождение в двух группах, указывающее на то, что данный параметр влияет на показатель прироста дебита. По результатам расчета t-критерия Стьюдента наиболее статистически значимыми параметрами оказались: дебит нефти до мероприятия, обводненность продукции, коэффициент расчлененности, давление насыщения нефти газом, гидропроводность удаленной зоны пласта, скин-фактор. Результаты расчета по этим параметрам представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты расчета статистически значимых параметров по t-критерию Стьюдента

Параметр	Ср. знач. в 1-ой группе	Ср. знач. во 2-ой группе	Знач. t-кр. Стьюдента	Уровень значимости
Дебит нефти до мероприятия, т/сут	2,94	4,87	-5,19	0
Обводненность продукции, %	14,03	8,72	4,18	0
Коэффициент расчлененности, ед.	8,74	9,96	-2,44	0,01
Давление насыщения нефти газом	9,85	10,52	-2,14	0,03
Гидропроводность удаленной зоны пласта, (мкм ² ·см)/(МПа·с)	2,22	3,67	-2,16	0,03
Скин-фактор	-2,42	-0,94	-3,88	0

По результатам расчета критерия согласия Пирсона (χ^2) наиболее значимыми параметрами оказались: дебит нефти до мероприятия, средняя нефтенасыщенная толщина, пористость, средняя нефтенасыщенность чисто-нефтяной зоны, коэффициент проницаемости призабойной и удаленной зон пласта, коэффициенты песчаности и расчлененности, средняя вязкость нефти в пластовых условиях, объемный коэффициент нефти, содержание парафина в нефти, давление насыщения нефти газом, средняя газонасыщенность, гидропроводность призабойной зоны пласта и удаленной зоны пласта, пьезопроводность. Результаты расчета для статистически значимых параметров по критерию Пирсона χ^2 представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты расчета статистически значимых параметров по критерию согласия Пирсона (χ^2)

Параметр	Ср. знач. в 1-ой группе	Ср. знач. во 2-ой группе	Знач. критерия Пирсона χ^2	Уровень значимости
Дебит нефти до мероприятия, т/сут	2,94	4,87	39,17	<0,01
Пористость, %	12,73	12,62	29,64	<0,01
Средняя нефтенасыщенность чисто-нефтяной зоны, д.ед.	0,74	0,74	18,28	0,05
Коэффициент песчаности, д. ед.	0,33	0,31	24,25	<0,01
Коэффициент расчлененности, ед.	8,74	9,96	22,86	0,01
Средняя вязкость нефти в пластовых условиях, мПа·с	11,64	11,13	27,57	<0,01
Содержание парафина в нефти, %	3,53	3,7	18,24	<0,01
Давление насыщения нефти газом, МПа	9,85	10,52	32,04	<0,01
Средняя газонасыщенность, м ³ /м ³	66,01	73,53	27,11	<0,01
Пьезопроводность, см ² /с	135,29	202,48	13,27	0,01

По результатам расчетов можно заключить, что более высокие значения прироста дебита ожидаются при следующих геолого-геофизических условиях: большие значения дебита нефти до мероприятия (среднее значение во второй группе с повышенным значением прироста дебита нефти составило 4,87 т/сут), фильтрационных характеристик (среднее значение гидропроводности удаленной зоны пласта – 3,67 мкм² см/ МПа·с, пьезопроводности – 202,48 см²/с), коэффициента расчлененности (в среднем составил 9,96 ед.), а также повышенные значения давления насыщения нефти газом (в среднем составило 10,52 МПа), нефтенасыщенности чисто-нефтяной зоны (среднее значение – 0,74 д.ед.), парафиносодержания нефти (среднее значение – 3,7%) и газонасыщенности (среднее значение – 73,53 м³/м³).

При этом кислотный гидроразрыв пласта более эффективен при пониженных значениях обводненности продукции (в среднем во второй группе составила 8,72 %), менее вязких нефтях (в среднем 11,13 мПа·с), меньшей пористости (среднее значение равно 12,62 %), пониженных значениях коэффициента песчаности (в среднем 0,31 д.ед.) и при загрязненном состоянии призабойной зоны (в среднем во второй группе составил -0,94).

Заключение

В данной работе исследовано влияние геолого-геофизических параметров на показатель прироста дебита после кислотного гидроразрыва пласта.

Можно заключить, что больший прирост дебита следует ожидать в условиях меньшей обводненности, повышенных фильтрационных характеристик, при больших значениях дебита нефти до мероприятия, а также при загрязненном состоянии призабойной зоны пласта.

Выявленные параметры можно учитывать при планировании мероприятий по кислотному гидравлическому разрыву пласта на карбонатных пластах месторождений Пермского края.

Литература

1. Анализ проведения геолого-технических мероприятий по увеличению продуктивности добывающих скважин на нефтяных месторождениях Пермского края / П.Ю. Илюшин, И.Ю. Кольчев, Р.М. Рахимзянов, Д.Ю. Соловьев // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело, 2015. – № 15. – С. 81 – 89.
2. Черепанов С.С., Чумаков Г.Н., Пономарева И.Н. Результаты проведения кислотного гидроразрыва пласта с проппантом на турнейско-фаменской залежи Озерного месторождения // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело, 2015. – № 16. – С. 70 – 76.

**К ВОПРОСУ О МОДЕЛИРОВАНИИ ДВОЙНОЙ ПОРИСТОСТИ В ТРЕЩИНОВАТЫХ
КОЛЛЕКТОРАХ**

Васильев А.В., Ющенко С.С.

Научный руководитель - ассистент Л.Р. Сагирова
Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

На текущий момент разработка значительной доли нефтяных залежей, приуроченных к карбонатным отложениям, становится все более актуальной. Так, по данным компании «Газпром-нефть» на 2017 год в коллекторах, приуроченных к карбонатным отложениям, содержатся 43% из всех извлекаемых нефтяных запасов компании. При этом из них извлечено всего 3% от начальных извлекаемых запасов. В то же время доля выработанности начальных извлекаемых запасов для терригенных коллекторов составляет около 70% [4].

В строении карбонатных коллекторов помимо наличия пор отмечаются дополнительные пустоты, образовавшиеся в результате нарушения сплошности горной породы – трещины. Совокупность межзерновых пор и трещин дает возможность говорить о двойной пористости горных пород.

При работе с нефтяными месторождениями особо важную роль играет моделирование процессов, протекающих в пласте. Создание моделей достаточной точности и достоверности представляется весьма трудной задачей. При этом наличие двойной пористости накладывает дополнительные условия на создаваемые модели.

Понятие двойной (вторичной) пористости

Как уже указано ранее, помимо межзерновых пор в породах может существовать дополнительное поровое пространство, характеризующееся двойной или, так называемой, вторичной пористостью. К данному понятию относятся пустоты в породах, которые имеют вторичное происхождение, то есть образовавшиеся в результате различных процессов, происходивших уже после осадконакопления. К ним относятся каверны, пустоты выщелачивания и, что самое главное в контексте данной работы – трещины.

Причинами возникновения трещин являются различные тектонические процессы, в результате которых образуются складки, геологические разломы и более мелкие трещины в карбонатных коллекторах. По своей структуре трещиноватые пласты являются сложностроенными и неоднородными (рис. 1, а). Такие пласты можно представить в виде модели, проиллюстрированной на рис. 1, б.

При рассмотрении трещиноватых пластов можно выделить отдельные объемы, называемые блоками матрицы [3]. Вторичная пористость часто развивается и в межблоковом пространстве (по трещинам) и непосредственно в блоках («матрице»).

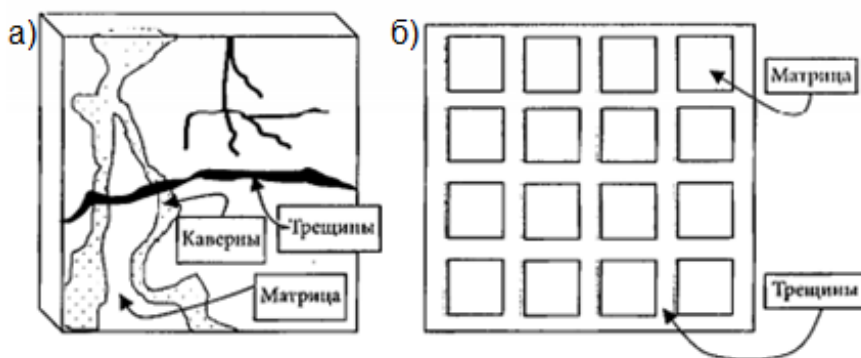


Рис. 1 Идеализированное представление трещиноватого пласта: а) – реальный пласт; б) – модель пласта [1]

Трещины, трещиноватость и методы ее исследования

Обратимся к определению понятия трещины. Под трещиной понимают поверхность, по которой произошло нарушение сплошности тела горной породы или потеря сцепления материала в ходе разрыва. С точки зрения геометрии можно отметить, что пространственная ориентация, связывающая единичную трещину и вмещающую среду, и размеры трещин в плоскости разрыва (ширина и протяженность) и в перпендикулярном направлении (раскрытость или высота) значительно варьируются. Разброс размеров находится в широких диапазонах: от

микрометров до метров [2]. В связи с тем, что трещины распространяются хаотически, описание трещинного коллектора представляет собой более трудную задачу, чем аналогичное действие для порового.

На фильтрационные свойства продуктивных отложений большое влияние может оказать появление или наличие в данной породе системы взаимосвязанных трещин. Трещина может заполниться минералами, которые выпадают из пластовых вод, поэтому трещинная пористость обычно принимает небольшое значение. В то же время, проницаемость трещинных коллекторов достаточно высока, что может быть объяснено пониженной извилистостью вторичных путей фильтрации пластовых флюидов в этих трещинах. Как итог, наличие естественных трещин зачастую значительно увеличивает гидропроводность пласта.

Существуют различные способы оценки трещиноватости горных пород. Одним из основных является изучение кернового материала по методу шлифов, дающий достаточно точный результат при больших объемах исследований. Также применяются различные методы геофизических исследований скважин (ГИС) [3]. Так, при помощи микроимиджеров FMI можно оценивать трещиноватость по разрезу и вторичную пористость трещиноватопоровых карбонатных коллекторов.

Однако полученные данные ГИС позволяют охарактеризовать только призабойную зону пласта, оставляя неохваченным большую часть всего интересующего пространства.

Данные большей достоверности и объективности можно получить по результатам гидродинамических исследований скважин (ГДИС). Сами методы ГДИС практически идентичным для чисто поровых коллекторов и для коллекторов с двойной пористостью. Однако пути интерпретации результатов для карбонатных коллекторов будут отличаться от методов, разработанных применительно к терригенным коллекторам порового типа.

Моделирование двойной пористости

Основной задачей геологического (статического) моделирования залежей является отражение внутренней неоднородности свойств пласта-коллектора. При моделировании трещиноватого пласта, который, как было ранее определено, представляет собой сложную систему сред с различными пористостями, неуместно использование привычных моделей, учитывающих только одну пористость. Поэтому для моделирования сред с двойной пористостью требуется иной подход, которым и является введение модели пласта, при которой пористый каркас коллектора (матрица) пронизан трещинами и разделен на отдельные фрагменты – блоки.

В результате получается «двойная среда»: движение флюидов происходит как по блокам породы, так и по разделяющим их трещинам. В блоках и трещинах процессы фильтрации нефти подчиняются различным законам, в связи с чем, наличие «двойной среды» следует принимать во внимание в процессе разработки месторождений нефти и газа [4].

В рамках гидродинамического (фильтрационного) моделирования изучается вопрос описания процесса движения флюида в пласте. Зависимости, позволяющие решать данную задачу, представляют собой системы дифференциальных уравнений в частных производных, являющиеся отражением физических законов: закона сохранения массы, энергии, импульса и др.

Создание модели требует тщательного изучения рассматриваемого объекта и, соответственно, большого объема входных данных, отражающих как статические показатели, так и динамические.

При рассмотрении случая двойной пористости система пористых блоков и трещин представляется в качестве двух сплошных сред, которые вложены одна в другую. При этом необходимо определить параметры сред и движения флюида во всех точках пласта. В то же время, уравнения сохранения массы и уравнения движения записываются независимо для каждой среды.

Переток флюидов между средами рассматривается путем введения функции источника-стока в уравнения сохранения массы. Интенсивность перетока между матрицей и трещиной можно оценить по геометрическому фактору σ (форм-фактор, коэффициент Каземи):

$$\sigma = 4 \cdot \left(\frac{1}{L_x^2} + \frac{1}{L_y^2} + \frac{1}{L_z^2} \right), \quad (1)$$

где L_x, L_y, L_z – геометрические размеры блоков матрицы в каждом направлении [5].

Значение $\sigma = 0$ означает отсутствие связи между трещинами и матрицей.

Перепад давления в пласте определяется, в первую очередь, проницаемостью трещин, имеющей высокие значения. При этом нефтеотдача всей матрицы обуславливается капиллярной пропиткой, либо действием гравитации и объемном увеличении нефти при падении давления. С иной стороны, хотя объем трещин невелик, их проводимость для потока достаточно велика, поэтому движение в большей мере идет именно по ним.

Большое количество программных продуктов позволяет моделировать среду с двойной пористостью. Из-за различий в своей функциональности, они способны давать на выходе модели различной точности. Также часть из них не поддерживает проведение гидродинамического моделирования. Поэтому возможно их совместное использование для получения оптимального результата.

В качестве примеров стоит привести продукты компании Roxar (модуль RMS Fracture позволяет получить геологическую модель, Tempest – гидродинамическую), Rock Flow Dynamics (tNavigator несет в себе возможность геологического и гидродинамического моделирования в единой программной среде), KAPPA Engineering (Rubis – численное моделирование при двойной пористости на анализе динамических данных по существующей геологической модели), Schlumberger (программный пакет Petrel для создания геологической модели, включает в себя пакет Fracture Modeling для создания комбинированной модели трещиноватости и ECLIPSE для гидродинамического моделирования и в совокупности с Petrel интегрирующий все необходимые задачи моделирования).

Общий принцип работы заключается в последовательном добавлении данных по матрице (порам) и трещинам и установлении связи между ними путем добавления значений форм-фактора. Стоит отметить, что во всех

программных продуктах на сегодняшний день отсутствует возможность создания единого одного куба пористости: для работы с моделью требуется задание двух кубов, отдельно для трещин и пор.

Выводы

Данная работа посвящена актуальной проблеме разработки нефтегазовых месторождений, связанной со строением коллекторов, а именно – их трещиноватостью. Ввиду неопределенности, связанной, как с параметрами, так и распространением трещин, моделирование двойной пористости требует наличие большого объема проведенных исследований по керновому материалу, имиджерами, ГИС и ГДИС. На основе полученных данных строится модель двойной пористости, которая заключается в разделении на пористую и трещиноватую среды с учетом перетока между ними. В дальнейшем, изучение данного вопроса требует большего опора на практическую базу с приведением конкретных расчетов и построениями моделей.

Литература

1. Аманат Чодри. Гидродинамические исследования нефтяных скважин / Перевод с английского. – М: ООО «Премиум Инжиниринг», 2011. – 687 с.
2. Дуркин С.М. Математическая модель скважины, дренирующей трещиновато-пористый коллектор. – Ухта: Изд-во Ухтинского гос. тех. ун-та, 2014. – 151 с.
3. Черепанов С.С. Исследование и совершенствование методов оценки трещиноватости карбонатных коллекторов. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2016. – 111 с.
4. Алексеев А. Курс на карбонаты [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2017-february/1117271/> (дата обращения 22.05.2020).
5. Лугуманов Т.Т. К моделированию коллекторов с двойной пористостью [Электронный ресурс] Режим доступа: http://rca.spe.org/files/8615/4383/5021/191740_RU.pdf (дата обращения 22.05.2020).

ПРОГНОЗ РЕЗЕРВУАРОВ В МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОДАХ ДОЮРСКОГО ВОЗРАСТА НА ПРИМЕРЕ АЛЕКСАНДРОВСКОГО МЕГАВАЛА (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Горелова Е.И.

Научный руководитель - доцент С.В. Зимина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Томская область – один из нефтедобывающих районов Западной Сибири. Перспективной для поисков нефти и газа является территория, составляющая 72% от общей площади Томской области, на которой уже выявлено несколько крупных месторождений, находящихся на завершающей стадии разработки. Остались малопродуктивные месторождения с запасами углеводородов менее 1 млн. т, освоение которых в настоящее время считается нерентабельным.

Тенденция в снижении финансирования и соответствующего объема геологоразведочных работ по Томской области приводит к закономерному уменьшению прироста запасов углеводородного сырья. В этом случае на месторождениях с развитой инфраструктурой имеет смысл использовать два направления исследований: во-первых, на основе уже известных данных и инновационных методов интерпретаций выявлять ранее пропущенные нефтегазонасыщенные залежи и, во-вторых, изучать нижележащие горизонты литосферы [4].

Особенно актуально изучение пород фундамента, как самостоятельного объекта поисковых работ на нефть и газ. В этом направлении по Томской области компанией ООО «Газпром-нефть» уже ведутся работы по проекту «Палеозой». Перспективы нефтегазонасыщенности фундамента постоянно подтверждаются открытыми скоплениями углеводородов [1].

В работе приводятся результаты изучения научной литературы по резервуарам в магматических породах доюрского возраста Чебачьего месторождения Александровского мегавала (Томская область). В геологическом строении рассматриваемой территории принимают участие породы палеозойского фундамента и перекрывающая их толща мезозой-кайнозойских осадков.

Чебачья структура рассматривается как свод с размерами 8 x 4 км и амплитудой 100 м. В пределах свода отмечено резкое сокращение мощности юрских отложений относительно соседних участков. Чебачье поднятие имеет довольно сложное тектоническое строение. На восточном крыле между юрскими и палеозойскими образованиями наблюдается резкое угловое несогласие [2].

Для анализа строения Чебачьей площади построена структурная карта по отражающему горизонту П^a (подшва баженовской свиты) и по кровле горизонта Ю₁ Чебачьей площади (рис. 1).

В скважине № 218, пробуренной в северной периклинальной части структуры, палеозойские образования вскрыты в интервале 2131-2158 м (а.о. -2072,17 – -2095,17 м) и представлены интенсивно выветрелыми гранитами. Получен фонтан нефти 2 м³/сут на 5 мм штуцере. На больших штуцерах режим работы скважин пульсирующий. После 205 часов фонтанирования в скважине № 218 установился уровень нефти на глубине 174,5 м.

Скважина № 219 вскрыла доюрский разрез в интервале 2201-2235 м (а.о. -2139,4 – -2181,4 м) сложенный плагиоклазовыми гранитами.

В скважине № 220, пробуренной на восточном погружении структуры, доюрские образования вскрыты в интервале 2379-2407 м (а.о. -2316,6 – -2344,6 м), сложенные эффузивно-осадочными породами.

При испытании скважин № 219 и № 220 притоков пластового флюида из палеозойских образований не получено.

Открытая пористость выветрелых гранитов из интервала 2138,7-2143,7 м в скважине № 218 по лабораторным данным составляет 7,2%, а неметаморфизованных гранитов в интервале 2231,1-2232,6 м в скважине № 219 – снижается до 0,39-0,91% [3].

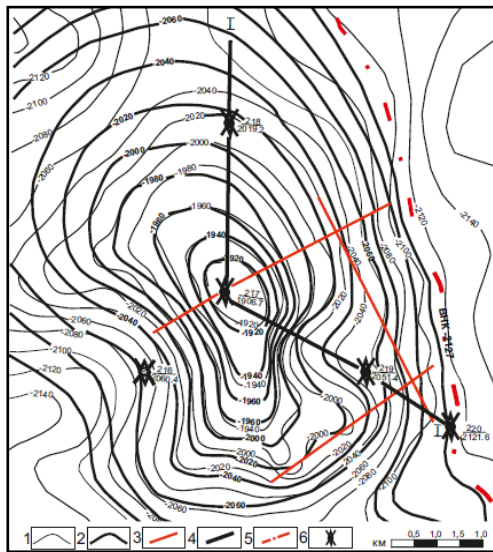


Рис. 1 Структурная карта по отражающему горизонту II^а (подошва баженовской свиты) и по кровле горизонта Ю₁ Чебачьей площади:
 1 – изогипсы отражающего горизонта II^а (с/п № 2,13/80-81, Камышина Л.И.); 2 – изогипсы по данным бурения; 3 – разрывные нарушения; 4 – линии разреза; 5 – ВНК; 6 – скважины

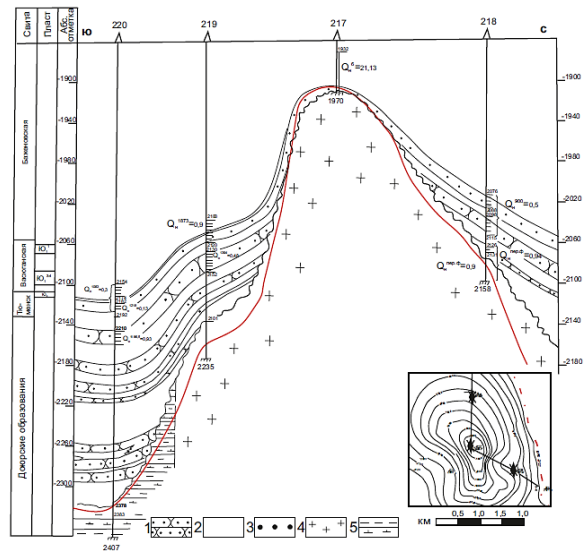


Рис. 2 Геологический профиль по линии I-I:
 1 – алевролиты; 2 – аргиллиты; 3 – битуминозность; 4 – граниты; 5 – кварц-карбонат-хлоритовый сланец

Рассматриваемые скважины ликвидированы по первой категории, пункт «а», как выполнившие свое геологическое назначение.

На основании анализа структурной карты можно сделать следующие предварительные выводы:

- глубинный разлом, имеющий простирание с юго-запада на северо-восток, возможно, является подводящим каналом флюидомиграции;
- источником полученного фонтана нефти из скважины №218, через которую проходит разлом, могут быть палеозойские отложения.

Следующим этапом исследований является переинтерпретация данных геолого-геофизических исследований пробуренных скважин.

Литература

1. Шарф И.В. Анализ результативности деятельности нефтедобывающих компаний на примере Томской области // Экономика региона, 2012. – № 3. – С. 189 – 196.
2. «Газпромнефть-Восток» открыл палеозойскую залежь в Томской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.riatomsk.ru/article/20200206/neftj-paleozoj-zalezhi/>
3. Линдт А.Ю. Палеофациальные предпосылки нефтегазоносности доюрских отложений юго-восточного склона Александровского мегавала (Томская область) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, 2015. – Т. 326. – № 9. – С. 6 – 14.
4. Трушкин В.В. Перспективы палеозойских гранитных образований Томской области на примере Трайгородско-Кондаковского месторождения нефти // Концептуальные модели и возможные пути поиска залежей углеводородов в доюрском комплексе Томской области: сборник научных трудов открытой научной конференции, Томск, 6, 21 июня 2018 г. – Томск: Изд-во ТПУ, 2018. – С. 90 – 110.

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ БИТУМИНОЗНЫХ ПЕСЧАНИКОВ ВОЛГО-
УРАЛЬСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

Дудяк Р.А.

Научный руководитель - старший преподаватель С.Е. Валеева
Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

В связи с возрастающей значимостью залежей битумов шешминского горизонта уфимского яруса пермской системы встает задача более детального изучения условий накопления данных отложений. Первичные условия седиментации определяют фильтрационно-емкостные свойства коллекторов, их строение и локализацию. Шешминские отложения залегают в восточной части Восточно-Европейской платформы в пределах Волго-Уральской антеклизы. Они локализованы на южном и западном склоне Южно-Татарского свода [7].

В данной работе на основе гранулометрических и минералогических исследований был выполнен фациальный анализ, результаты которого использованы для выяснения условий накопления песчаников шешминского горизонта.

Объектом исследования являлись образцы керна скважины 762 Ашальчинского месторождения.

На первом этапе было проведено оптико-микроскопическое описание горных пород в прозрачных тонких срезах с целью описания состава, текстурных и структурных особенностей. Вторым этапом исследований было проведение гранулометрического анализа посредством ситового анализа на аппарате Fritsch Analesette 3 с предварительным экстрагированием всех образцов и дроблением сцементированных образцов. Всего было исследовано 7 образцов. По результатам гранулометрического анализа были получены процентные доли каждой фракции, слагающей породы, и рассчитаны кумулятивные данные по фракциям. По полученным кумулятивным данным строились кумулятивные кривые в логарифмическом масштабе (рис. 1).

В ходе работы были определены такие параметры: асимметрия (А), мера эксцесса (Е), стандартное отклонение, или коэффициент сортировки S_0 , медиана (Md), максимальный размер крупнозернистой части

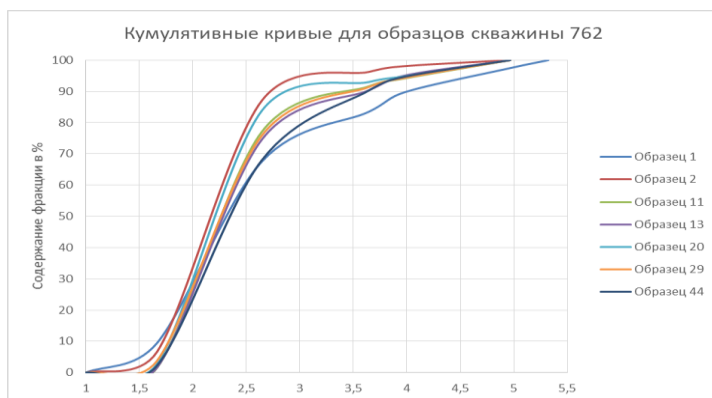


Рис. 1 Кумулятивные кривые по образцам скважины 762

обломочного материала (С). Статистические параметры, такие как асимметрия (А), мера эксцесса (Е), коэффициент сортировки S_0 были вычислены по графикам кумулятивных кривых с использованием метода Фолка и Варда.

Данный метод по определению статистических параметров, основывается на снятии с диаграмм вручную определенных перцентилей, отвечающих 5, 16, 25, 50, 75, 84 и 95 %-ным значениям кумулятивной кривой и затем, использование их для расчета статистических коэффициентов [1].

Коэффициент сортировки S_0 дополнительно вычислялся методом Траска, связано это было с тем, что разные

методы по палеорекострукции используют коэффициент сортировки (S_0) в различных расчётных формах. Методом Траска стандартное отклонение определялось из отношения первой квартили (Q_1) к третьей (Q_3), первая квартиль находится по 25%, третья квартиль находится по 75%, на кумулятивных графиках, по оси процентного содержания фракции. Медиана (Md) определялась по 50% по оси ординат на графике кумулятивной кривой. Максимальный размер крупнозернистой части обломочного материала (С) определялся по 1% по оси ординат [5].

По результатам оптико-микроскопического анализа были сделаны выводы, что песчаники характеризуются множеством схожих структурных особенностей, включая структуру мелко-среднезернистую.

Все образцы характеризуются одинаковым составом и относятся к категории кварцевых граувакк по диаграмме Шутова. Поэтому классификация отложений по данным параметрам невозможна.

Существенные отличия отмечаются в степени цементации и количестве цемента в породах и их битумонасыщенности.

В качестве начальной, отправной точки в определении условий седиментации использовались обобщенные сведения по гранулометрическим параметрам Фюхтбауэра и Мюллера [6]. В их работе рассматривались такие параметры, как асимметрия и коэффициент сортировки, рассчитанный по способу Траска [5], и по этим параметрам определялись три основные обстановки осадконакопления: речная, эоловая и морская.

Согласно классификации П. Траска, выделяются хорошо отсортированные ($S_0=1,0-1,58$), средне отсортированные ($S_0=1,58-2,12$) и плохо отсортированные ($S_0>2,12$) осадки [5].

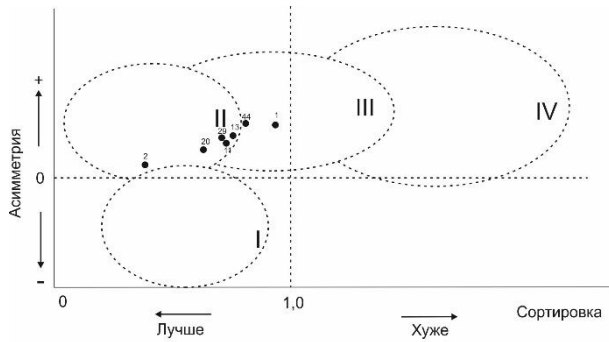
В результате исследуемые образцы 2, 11, 13, 20, 29 были отнесены преимущественно к эоловой обстановке, в пользу этого говорит хорошая сортировка, которая попадает в интервал $S_0 = 1-1,58$; асимметрия <1 и незначительные колебания размеров зерен по вертикали [5-6].

Образцы 1 и 44 больше характерны для речных обстановок, так как у них сортировка средняя, в пределах $S_0 = 1,58-2,12$; асимметрия <1 [5-6].

Для оценки степени отсортированности песчаного материала и выяснения фациальных условий образования отложений была использована диаграмма К. Бьерликке [3]. Диаграмма основана на разных соотношениях отсортированности и характера асимметрии распределения фракций песчано-алевритовых пород.

Как видно по диаграмме (рис. 2), образцы 2, 11, 13, 20, 29 легли в поле II, которое соответствует эоловым отложениям. Образцы 1 и 44 находятся в поле III и соответствуют по своим параметрам речным условиям осадконакопления.

На основе полученных статистических параметров асимметрии и эксцесса, была построена диаграмма Г.Ф. Рожкова [2], и на ней отмечены образцы.



Отложения: I - пляжные; II - эоловые; III - речные; IV - турбидиты

Рис. 2 Диаграмма Бьерликке для образцов скважины 762

Следующим шагом являлось построение и анализ диаграммы Р. Пассеги (рис. 4) [6]. Данная генетическая диаграмма основана на различии способов транспортировки обломочных частиц различных размеров [2]. В результате расположения точек-проб на диаграмме, было определено, осадки перемещались во взвеси с некоторым количеством осадков перекаатывания. Данный тип гидродинамической транспортировки указывает на умеренную энергию среды осадконакопления и характерен для обстановок с направленным течением, лагунов, пляжей и фаций рек [6].

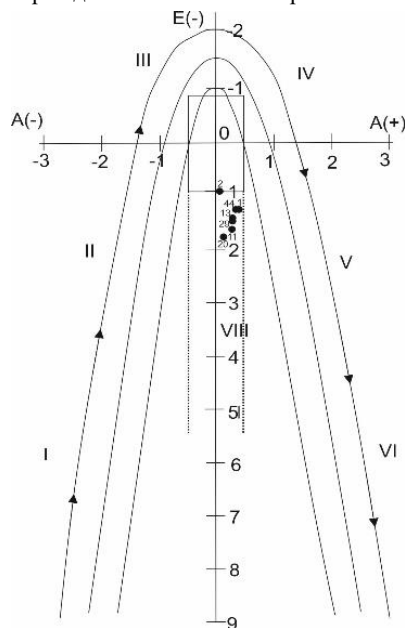


Рис. 3 Диаграмма Г.Ф. Рожкова для образцов скважины 762

По результатам проведенных исследований было выявлено, что осадки имеют преимущественно хорошую сортировку, гидродинамические условия были умеренные, скорее всего на границе моря и континента, так как осадки испытывали влияние как прибрежной акватории, так и влияние ветра, что отразилось на размерности осадков и их сортировке. Анализ параметров показал, что по набору признаков формирование осадков происходило в условиях прибрежно-морских фаций и пляжа с береговыми днами. Полученные результаты могут использоваться для построения геологических моделей в условиях недостатка кернового материала. Кроме этого, результаты исследования могут быть использованы при подсчете запасов или для подбора и коррекции технологических приемов разработки битумов.

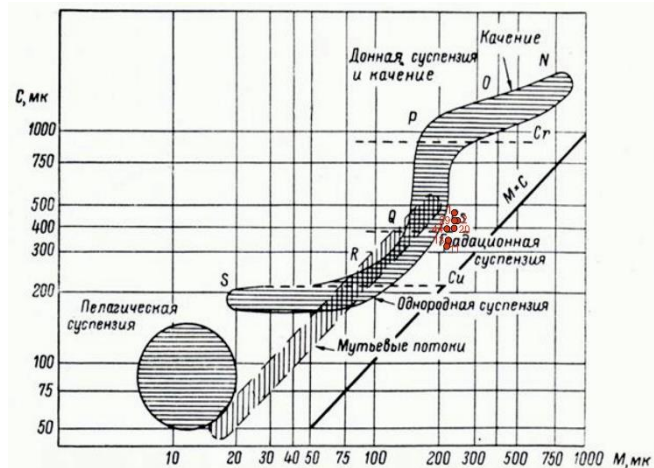


Рис. 4 Диаграмма Р. Пассеги для образцов скважины 762

Литература

1. Алексеев В.П. Нефтегазовая литология: учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. – 579 с.
2. Методы палеонтологических реконструкций (при поисках нефти и газа) / В.А. Гроссгейм, О.В. Бескровная, И.Л. Герашенко и др. – Л.: Недра, 1984. – 271 с

3. Кузнецов В.Г. Литология. Осадочные горные породы и их изучение. – М.: Изд-во «НедраБизнесцентр», 2007. – 511 с.
4. Маслов А.В. Осадочные породы: методы изучения и интерпретации полученных данных: учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005. – 289 с.
5. Недоливко Н.М. Исследование керн нефтегазовых скважин: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 164 с.
6. Рейнек Г.Э., Сингх И.Б. Обстановки терригенного осадконакопления. – М.: Недра, 1981. – 442 с.
7. Успенский Б.В., Валеева И.Ф. Геология месторождений природных битумов Республики Татарстан. – Казань: Изд-во ООО «ПФ «Гарт», 2008. – 349 с.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ НЕФТИ И ГАЗА И ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ СИБИРИ (КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ)

Жеребцова И.В.

Научный руководитель - доцент А.К. Битнер

Институт нефти и газа Сибирского федерального университета, г. Красноярск, Россия

На территории Центральной Сибири в границах Красноярского края геохимические поиски нефти и газа (ГПНГ) являются частью комплекса геологоразведочных работ на нефть и газ. Комплекс методов включает: газогеохимические съемки по снегу, поверхностным водотокам (ручьям, рекам, родникам), почвам, шламу мелких (до 10 м) сейсмозрывных скважин. Изучению подвергнуты газы, сорбированные снегом, шламом и почвами, растворенные в водах. Исследован углеводородный и неуглеводородный состав газов, изотопный состав углерода метана ($\delta^{13}\text{C}$), гелий, хлороформенный битумоид ($A_{\text{кл}}$). Съемки выполнялись как по сети сейсмических профилей с шагом 0,5 км, так и по нерегулярной сети опробования вдоль речных водотоков. Работы выполнялись различными производственными и научными организациями. Основные из них – ВНИИГеосистем, СНИИГГиМС, ИГУ, ТПУ, ИГНиГ СО РАН, ГП КК «КНИИГГиМС», ОАО «Енисейнефтегаз», «Енисейгеофизика», ООО «Красгеонац» и др. На отдельных площадях ООО ГП «Сибирьгеофизика» выполнила аэрогеохимическую съемку.

Региональные и прогнозно-рекогносцировочные ГПНГ проведены на основных крупных положительных структурах западной части Сибирской платформы [5] и восточной части Западно-Сибирской плиты. Поисково-оценочные ГПНГ в комплексе с колонковым бурением в районах Курейской синеклизы, Турухано-Норильской гряде, Байкитской антеклизе и Катангской седловине [1]. Фирмой PGS GmbH выполнена пассивная адсорбция, базирующаяся на опробовании почвенного воздуха сорбентами в Енисей-Хатангском прогибе.

В большинстве данные методы имеют удовлетворительную эффективность, но также есть площади со сложным геологическим строением, где методы малоэффективны или дают неоднозначный результат. Интересен с позиций оценки эффективности результат, полученный В.П. Исаевым и Н.П. Пастуховым на территории Непско-Ботубинской антеклизе и других регионах. По их данным из 30 площадей, где были проведены разностадийные ГПНГ, положительный прогноз составил 40 % случаев, отрицательный – 27 %, в 23 % случаев прогноз остался неопределенным [6], так как в большинстве случаев данные для сопоставления отсутствуют.

Рассмотрим наиболее представительные из них с нашей точки зрения.

На Чулаканской площади в результате проведенных КНИИГГиМС геохимических исследований почвогрунтов установлено, что Чулаканская площадь перспективна на поиски газоконденсатных залежей с нефтяными оторочками. Закартированные аномальные геохимические поля углеводородов свидетельствуют о наличии миграционных потоков от залежей. Аномалии полей гелия в совокупности с данными сейсморазведки МОГТ 2-D свидетельствуют о наличии путей миграции УВ и гелия к поверхности. Вертикальная миграция по ослабленным зонам на этой площади связана с залежами углеводородов. Состав ароматических УВ в газах, сорбированных почвогрунтами, и соотношения отдельных компонентов (бензол/толуол; сумма ксилолов/толуол) обусловлены особенностями химического состава нефтей этого региона. Ксилолы преобладают над остальными аренами как в нефти, так и в потоке рассеяния УВ, что свидетельствует об эпигенетической природе выявленных аномалий ароматических УВ.

На Шушукской площади геохимические аномалии углеводородных газов неоднородны по своему составу; помимо метановых отчетливо прослеживается три типа газовых аномалий: преимущественно пропан-бутановые (чаще – бутановые), преимущественно пентан-гексановые и смешанные (пропан-бутановые и пентан-гексановые, примерно в равных пропорциях). Абсолютное большинство случаев обнаружения гомологов метана на поверхности связано с процессами нефтегазогенерации в погруженных горизонтах осадочного бассейна; пробы рассеянных газов, содержащие легкие алканы поверхностного биохимического генезиса, отбраковываются по характерному компонентному составу. Всего на площади выделено семь геохимических аномалий среднего и крупного размера и около двадцати мелких и мельчайших, большинство из которых, так или иначе, связаны со структурными неоднородностями. Ю.А. Жуковиным (2011 г.) с точки зрения перспектив нефтегазоносности Шушукское локальное поднятие по геохимическим данным оценивается положительно, Восточно-Шушукское – отрицательно.

Агалеевская площадь, на которой установлена нефтегазоносность аномалии УВ в поверхностном поле концентраций тяжелых гомологов метана, характеризуется контрастной аномалией, приуроченной к крупному тектоническому нарушению.

Геохимические исследования на Джелиндуконском и Аявинском участках ввиду сложности геологического разреза по данным геохимических съемок обладают большой неопределенностью. На схеме распределения тяжелых гомологов метана на Джелиндуконской площади четко выделяются две аномальные зоны, вытянутые с северо-востока на юго-запад, при этом практически отсутствует корреляция расположения аномалий со структурным планом. Значения и особенности распределения газогеохимических показателей по уровням полей концентраций позволяют

лишь предполагать, что формирование приповерхностных аномальных полей концентраций находится под влиянием массопереноса УВГ из глубинного источника.

Для северной части территории Аявинской площади установлено пространственное совпадение геохимических полей метана и суммы тяжелых УВГ. По совокупности распределения газогеохимических коэффициентов в пределах этой части площади поля концентраций углеводородов можно связывать с миграцией из вероятных залежей. Более определенную информацию возможно было получить при наличии данных по изотопному составу гелия и неона (^4He , ^{21}Ne) и изотопам углерода ($\delta^{13}\text{C}$). В случае связи аномалии с коровыми газами они должны были проявиться аномалиями ^3He [4].

Основные выводы и рекомендации в свете проанализированного материала сводятся к следующему.

Геохимическая съемка совместно с сейсморазведкой на всех этапах геологоразведочного процесса повышает эффективность поисков месторождений нефти и газа. На региональном и поисково-оценочном этапах может проводиться по грунтам, снежному покрову, водоисточникам. Выбор среды опробования определяется ландшафтно-климатическими, горно-геологическими условиями и геохимическим составом залежей углеводородов, открытых или прогнозируемых в районе проведения ГПНГ.

Геохимические поля углеводородов над барьерными рифами и прогнозируемыми в них нефтяными залежами имеют свои специфические особенности. Специфическая особенность отражения барьерного рифа в геохимическом поле состоит в том, что оно характеризуется повышенными концентрациями гексана и контрастностью, часто в сопровождении жидких углеводородов [2].

Большая часть аномалий в верхней части разреза контролируется разрывной тектоникой, а размещение эпигенетичных ореолов определяется характером пространственного распространения и мощностью источников, обуславливающих перераспределение химических элементов, а также интенсивностью процессов миграции и окисления УВ, структурой полей напряжения горных пород. Наиболее часты аномалии в краевых частях залежей, то есть в крыльевых частях положительных структур.

Исследования углеводородных смесей, десорбированных из шлама, грунтов и снега показало присутствие (с точностью до 10^{-6} %) всех индивидуальных (алканы, олефины) УВ C_1 – C_5 и суммарно C_6 . Среди газообразных и парообразных гомологов метана выделены: этан (C_2H_6), пропан (C_3H_8), изобутан ($i\text{-C}_4\text{H}_{10}$), бутан нормального строения ($n\text{-C}_4\text{H}_{10}$), изопентан ($i\text{-C}_5\text{H}_{12}$) и нормальный пентан ($n\text{-C}_5\text{H}_{12}$) и гексан (совместно изомерная и нормальная формы). Из олефиновых (непредельных) УВ определены этилен (C_2H_4), пропилен (C_3H_6), бутилены (C_4H_8). В единичных случаях идентифицированы углеводороды 2,2-диметилбутан (2,2-ДМБ) и триметилпентан (3-МПП). Оба компонента (2,2-ДМБ и 3-МПП) присутствуют в узких фракциях конденсатов в Центральной Сибири [3], т. е. они могут быть надежным показателем оценки перспектив нефтегазоносности.

На основании изучения растворимости УВ компонентов в воде можно констатировать: для гидрохимических съемок эффективными будут растворимые формы УВ.

Аэрогеохимические исследования на поиски УВ показали, что миграция газа происходит в зоны с более малым влиянием аномального гравитационного и магнитных полей. Также можно увидеть участки с аномальным содержанием пропана, которые соответствуют участкам с малым влиянием аномального магнитного и гравитационных полей. По аэромониторингу геохимических полей метана и пропана, которые располагаются вблизи ловушек рифейского комплекса, наблюдалось высокое содержание метана и мелкие зоны пропана.

На Чандашминской площади наблюдается совпадение участков, которые имеют лучшие показатели по геохимии, с участками площадей наибольших амплитудных неотектонических поднятий. Учитывая тот факт, что прямая связь между всеми параметрами геохимического поля не проявляется на всей исследуемой территории (при сравнении участков, благоприятных по разным признакам, не наблюдается их полного совпадения), а также очевидное несоответствие результатов, полученных разными методами. На основе этого были выделены участки с разной степенью перспективности.

Практический интерес для финишной интерпретации данных поисковой геохимии имеет комплексирование геохимических поисков с нейронными методами, выполняемыми КНИИГиМС.

Таким образом, на площадях с антиклинальными структурами геохимические методы поисков нефти и газа имеют достаточно хорошую эффективность. Для площадей со сложным геологическим строением требуется углубленный комплекс геохимических исследований в сочетании с геофизическими методами, так как одного метода будет недостаточно. В настоящее время эффективность геохимических методов растет и имеет значение в определении перспективности новых площадей и подготовке их в комплексе с сейсморазведкой МОВ к поисковому бурению.

Литература

1. Барташевич О.В. Нефтегазопроисхождение битуминология. – М.: Недра, 1984. – 244 с.
2. Битнер А.К., Жуковин Ю.А. Особенности отражения прогнозируемых рифогенных залежей в газогеохимических полях (на примере Вилюйско-Мархинской площади) // Геология, геофизика и минеральное сырье Сибири: матер. 2-й науч.-практ. конф. – Новосибирск, СНИИГиМС, 2015. – Т. 2. – С. 16 – 17.
3. Битнер А.К. Геохимия нефтей Центральной Сибири: Монография. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2020. – 264 с.
4. Изотопная геохимия для поиска углеводородов на шельфе Арктики / А.И. Костылев, И.В. Смирнов, В.Н. Душин и др. // Neftegaz.RU, 2020. – №1. – С. 32 – 34. – Url: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42363654>
5. Нефтегазоносность древних продуктивных толщ запада Сибирской платформы / А.К. Битнер, В.А. Кригин, Л.Л. Кузнецов и др. – КНИИГиМС, 1990 – 114 с.
6. Пастухов Н.П. Геохимические исследования – эффективный метод прогноза поисков и разведки нефтяных и газовых месторождений. – Иркутск: «Сибгеоком», 2016. – 25 с.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ОБНАЖЕНИЙ ГОРНЫХ ПОРОД КАК
АНАЛОГОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПРИ РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ
ГЕОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Капустина Ю.С.¹

Научный руководитель - профессор Дж. Ховелл²

¹ООО «Тюменский нефтяной научный центр», г. Тюмень, Россия

²Абердинский университет, г. Абердин, Великобритания

Проблема неопределенности геологических моделей резервуаров при разведке на нефть и газ существовала всегда. Несмотря на быстрые темпы развития технических средств, программных продуктов и постоянное совершенствование методик достаточно велик процент неуспешных скважин из-за некорректно выбранной концепции геологической модели. Эта проблема связана, в первую очередь, с недостатком априорной геолого-геофизической информации о строении изучаемых отложений. Доступная геологу информация – это ограниченное количество высоко-разрешённых керновых данных (отражают геологические особенности в масштабе от нескольких миллиметров или сантиметров), данные геофизических исследований (разрешающая способность методов от десятков сантиметров до нескольких метров) и латерально и вертикально низкоразрешённые данные сейсмической разведки (от нескольких метров до десятков метров) (рис 1). Соответственно построить геологическую модель, отображающую

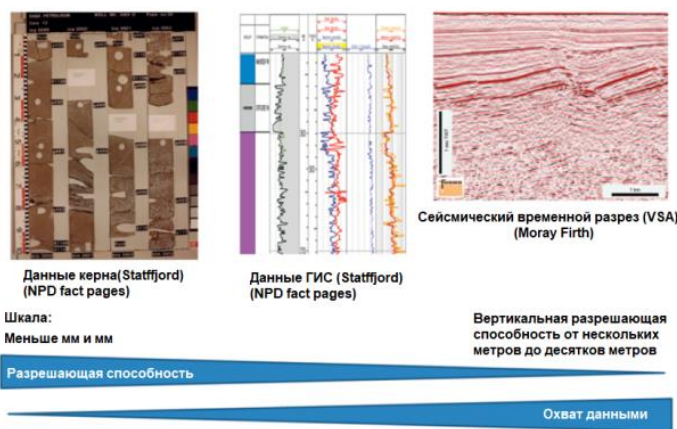


Рис. 1 Проблема анализа и сопоставления разномасштабной геологической информации (рисунок взят из статьи [2] [Howell,2014] с изменениями автора)

реальное геологическое строение площади с высокой степенью детальности, которая позволит минимизировать риски бурения непродуктивных скважин, зачастую не представляется возможным. В таком случае дополнительной информацией для понимания геологического строения недр могут стать обнажения горных пород на поверхности земли, где можно детально изучить размеры, геометрию и свойства геологических тел. Однако исследовать обнажения горных пород в месте их нахождения не всегда представляется возможным. Решение пришло с развитием технологий трёхмерного лазерного сканирования и фотограмметрии. Это позволило создать виртуальные трёхмерные геологические модели обнажений горных пород с высокой разрешённостью, которые могут быть использованы всеми заинтересованными специалистами.

Виртуальная модель геологического обнажения горных пород – это цифровое трехмерное представление поверхности обнажения горных пород в форме текстурированной полигональной сетки, полученной с помощью лазерного сканирования или фотограмметрии. Чтобы провести съемку геологических обнажений обычно используют статичные наземные установки, однако, в последнее время, все чаще стали использоваться беспилотные летательные аппараты – дроны (что значительно удобнее и снижает временные затраты на регистрацию) [1]. Применяя математические алгоритмы к исходным данным, получают итоговые трехмерные модели обнажений горных пород, готовые для анализа и интерпретации [1] (рис. 2).

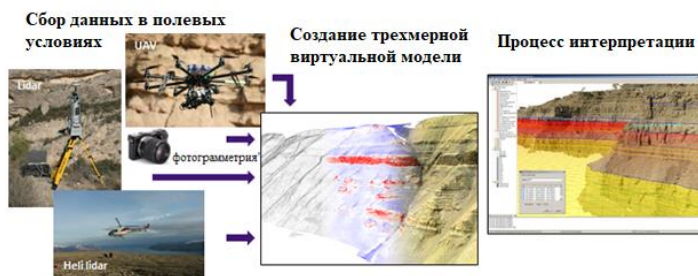


Рис. 2 Визуальное представление процесса создания виртуальных моделей геологических обнажений горных пород и их интерпретации (рисунок взят из электронного источника [3] с дополнениями автора)

Интерпретация виртуальных моделей обнажений горных пород может стать ключом к пониманию геометрии и пространственного положения фаций для пород, сформировавшихся в различных условиях осадконакопления. В качестве примера приведено исследование, как входные параметры, такие как выбор метода экстраполяции фаций и их свойств в межскважинном пространстве, размер ячейки грида и количество скважин, участвующих в построении модели, влияют на достоверность итогового результата в геологическом моделировании. Для этой цели было использовано геологическое обнажение горных пород из штата Юта (США), предоставленное The Virtual Outcrop Geology Group [3] (рис. 3). Автором статьи была выполнена геологическая интерпретация данного обнажения и определено, что обнажение горных пород сложено мелководно-морскими отложениями шельфа и имеет значительную вариативность распределения фаций и свойств как по латерали, так и по вертикали (рис. 4). За основу

были взяты работы геологов, изучавших данную территорию [4]. Используя данные этого геологического обнажения и его интерпретацию, была построена контрольная геологическая модель, максимально приближенная к реальной геологической среде и серия экспериментальных моделей с различными параметрами. Такие данные как стратиграфическая модель и структурный каркас во всех моделях были одинаковыми, менялся размер ячеек грида и варианты расположения, а также количество скважин, участвовавших в построении модели. Скважины задавались путём извлечения данных из контрольной модели и на их основе строились экспериментальные модели, что позволило смоделировать решение прямой (контрольная модель) и обратной (экспериментальные модели) задач.

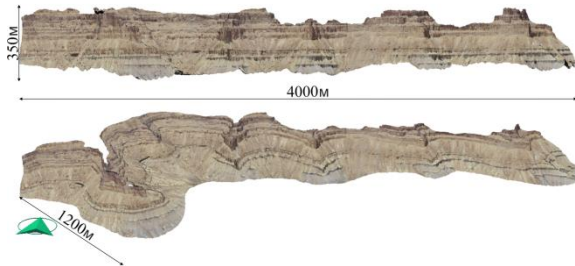


Рис. 3 Пример виртуальной модели геологического обнажения горных пород

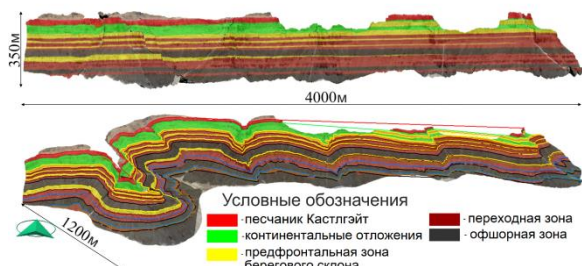


Рис. 4 Фациальная интерпретация виртуальной модели геологического обнажения горных пород

Контрольная модель, построенная на основе реального обнажения горных пород, максимально соответствовала фациальному описанию и распределению пористости. Поэтому значения, полученные из экспериментальных моделей, сравнивались с «эталонным» – контрольным значением. Это позволило проанализировать влияние выбора метода экстраполяции свойств в межскважинном пространстве для разного набора входных параметров на процентное распределение фаций и изменение порового пространства. Контрольная геологическая модель распределения фаций представлена на рисунке 5, а распределение пористости для этой модели показано на рисунке 6.

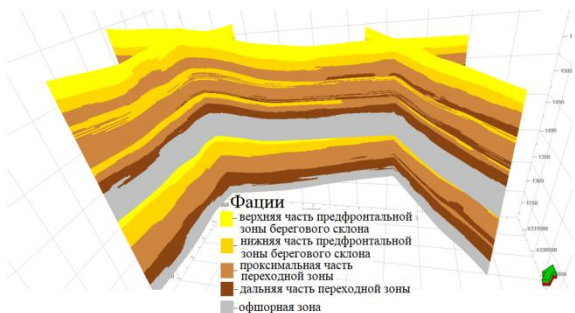


Рис. 4 Геологическая модель распределения фаций

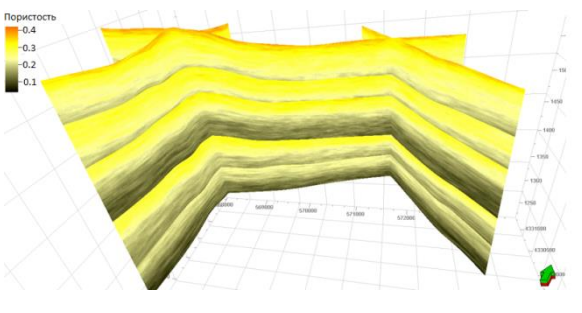


Рис. 5 Геологическая модель распределения пористости

В результате проведенного исследования было установлено, что выбор метода экстраполяции в межскважинном пространстве влияет на распределение фаций и порового пространства в геологической модели. Использование только вариограмм при экстраполяции свойств в межскважинном пространстве некорректно, так как этот метод опирается только на входные данные без учета фациальных особенностей геологических тел. Более точные результаты получаются при применении методов экстраполяции с использованием вариограмм и трендов. Однако при построении геологических моделей очень важно применять корректные геологические тренды опираясь на внешние источники, такие как аналоги и знания о региональной геологии.

Изучение виртуальных моделей обнажений горных пород открывает огромный потенциал для применения в нефтяной геологии. В частности, помогает уточнить концепцию формирования резервуаров в различных фациальных обстановках, так как данные виртуальных обнажений можно использовать как инструмент для определения состава, геометрии и протяженности фациальных тел в трехмерном пространстве. Также, при выборе метода создания модели использование геологических обнажений горных пород в качестве аналога помогает повысить качество и достоверность геологических моделей резервуаров, являющихся основой для проектирования глубокого бурения.

Литература

1. Enge H.D., Buckley S.J., Howell J.A. From outcrop to reservoir simulation model: Workflow and procedures // Geosphere, 2007. – V. 3 (6). – P. 469 – 490.
2. Howell J.A., Martinius A.W., Good T.R. The application of outcrop analogues in geological modelling: a review, present status and future outlook // Geological Society of London. – Special Publications, 2014. – V. 387. – P. 1 – 25.
3. The Virtual Outcrop Geology Group [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://virtualoutcrop.com/>

4. Sømme T.O. Genesis, Architecture and Numerical Modeling of Intra-Parasequence Discontinuity Surfaces In Wave-Dominated Deltaic Deposits: Upper Cretaceous Sunnyside Member, Blackhawk Formation, Book Cliffs, Utah, U.S.A. T.O. Sømme, J.A. Howell, G.J. HAMPSON, J.E. STORMS // SEPM (Society for Sedimentary Geology). – Recent Advances in Models of Siliciclastic Shallow-Marine Stratigraphy, 2008. – V. 90. – P. 421 – 441.

АНАЛИЗ ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫХ СВОЙСТВ БОБРИКОВСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ТРИФОНОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Карнаушенко Л.Д.

Научный руководитель - доцент О.А. Мелкишев

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь, Россия

Трифоновское месторождение расположено в 170 км к юго-востоку от г. Перми недалеко от п. Октябрьский. Месторождение было открыто в 1997 году. В тектоническом отношении Трифоновское месторождение расположено на восточном склоне Башкирского свода и приурочено к Ново-Атерскому и Бартымскому куполам. В разрезе месторождения выделяется 7 продуктивных пластов карбонатного и терригенного состава: Т1, Мл1, Мл2, Бб1, Бб2, Тл2-б1 и Тл2-а.

Под фильтрационно-емкостными свойствами (ФЕС) пород понимается [3] их пористость ($Kп$) и проницаемость ($Kпр$). Верхнебобриковские отложения (Бб1) на Трифоновском месторождении промышленно нефтеносны, и их коллекторы сложены алевритами крупнозернистыми песчаными и песчанистыми, глинистыми, с прослоями песчаников мелкозернистых алевритовых. Флюидоупоры представлены аргиллитами. Геолого-геофизические характеристики были получены по данным ГИС 55 скважин исследуемого объекта. Средняя эффективная толщина составляет 5,7 м. Среднее значение пористости равно 18,3 %.

Нижнебобриковские отложения (Бб2) тоже промышленно нефтеносны. Коллектор их представлен мелкозернистыми песчаниками с алевритовой примесью, в которых редко пятнами отмечается глинистый цемент. Геолого-геофизические характеристики были получены по данным ГИС 50 скважин исследуемого объекта. Средняя эффективная нефтенасыщенная толщина равна 8,2 м. Среднее значение пористости составляет 17,8 %.

Для анализа площадного распределения фильтрационно-емкостных свойств ниже- и верхнебобриковских отложений Трифоновского месторождения были построены карты средневзвешенного значения пористости (рис. 1 и 2). Гистограммы распределения проницаемости приведены на рисунках 3 и 4.

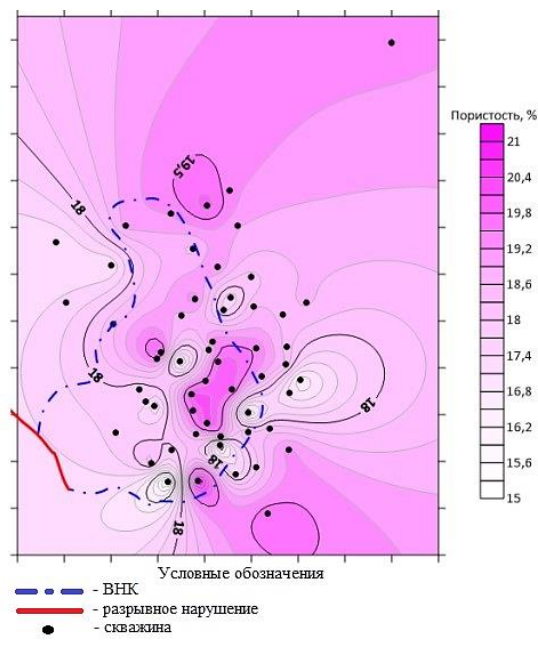


Рис. 1 Карта пористости пласта Бб1
Трифоновского месторождения

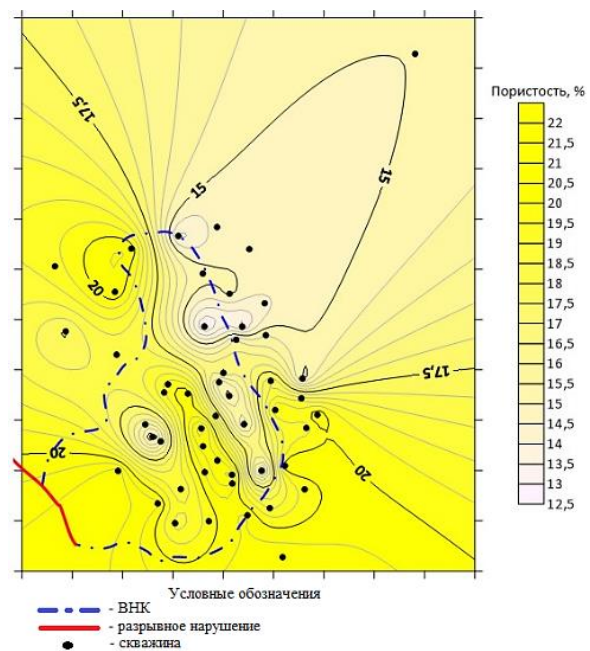


Рис. 2 Карта пористости пласта Бб2 Трифоновского
месторождения

На карте пористости (рис. 1) видно, что в верхнебобриковских отложениях область повышенных значений параметра расположена в центральной части месторождения. В приконтурной области пористость принимает средние и пониженные значения. Максимальное средневзвешенное значение составляет 21,5 %, а минимальное – 14,9 %. Пористость нижнебобриковских отложений (рис. 2) изменяется в более широком диапазоне значений: максимальное средневзвешенное значение пористости составляет 22,1 %, минимальное – 12,8 %.

Распределение проницаемости верхнебобриковских отложений (рис. 3) двухмодальное, и модальные интервалы расположены в диапазонах от 0 мД до 100 мД и от 300 мД до 400 мД. Выборка состоит из 140 пропластков. Асимметрия распределения составляет 1,8 – в выборке значительно преобладают пропластки со значением $Kпр$

меньше 100 мД, которые составляют 41 % от выборки. В пласте 49 % пропластков характеризуется средними значениями проницаемости (100-500 мД). Среднее значение проницаемости равно 244,8 мД; минимальное – 1,7 мД, а максимальное – 1491 мД.

Распределение проницаемости нижнебобриковских отложений (рис. 4) многомодальное, и главные модальные интервалы находятся в диапазоне от 0 мД до 100 мД и от 400 мД до 500 мД. Выборка состоит из 79 пропластков. Доля пропластков с *Кпр* ниже 100 мД составляет 48 % от всей выборки. В пласте Бб2 30 % пропластков характеризуются средними значениями проницаемости (100-500 мД). Среднее значение проницаемости в нижнебобриковских отложениях равно 287,1 мД; минимальное – 2,2 мД, максимальное – 1491,6 мД.

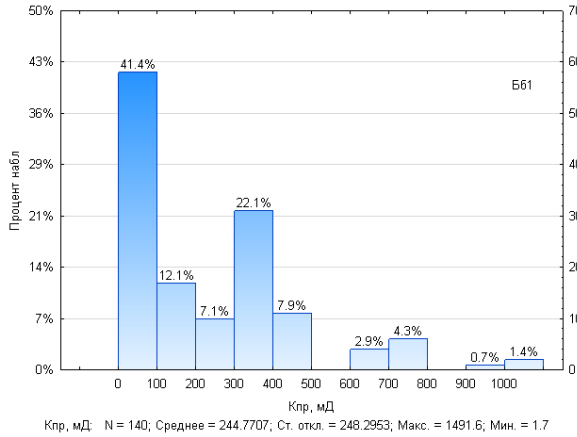


Рис. 3 Гистограмма распределения проницаемости пласта Бб1

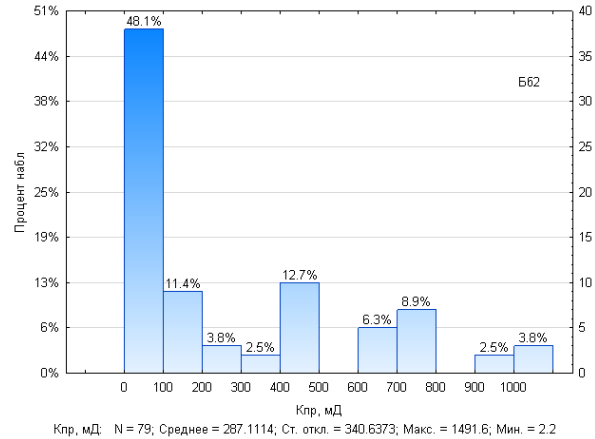


Рис. 4 Гистограмма распределения проницаемости пласта Бб2

На Трифоновском месторождении в бобриковское время накопление осадочного материала происходило в прибрежно-морских обстановках, которые периодически сменялись континентальными [2]. Также в раннебобриковское время наблюдалась сильная регрессия, которая объясняет хорошие фильтрационно-емкостные свойства коллекторов, сформировавшихся в это время. В верхнебобриковских отложениях преобладают крупнозернистые алевролиты с песчаным материалом – происходило перемещение береговой линии и накопление отложений в переходных условиях, а в конце времени была зафиксирована максимальная трансгрессия.

Анализ корреляционного поля между толщиной проницаемого пропластка и его пористостью по ГИС, показывает, что существенных отличий в распределении пористости и толщины пропластков между пластами Бб1 и Бб2 не наблюдается.

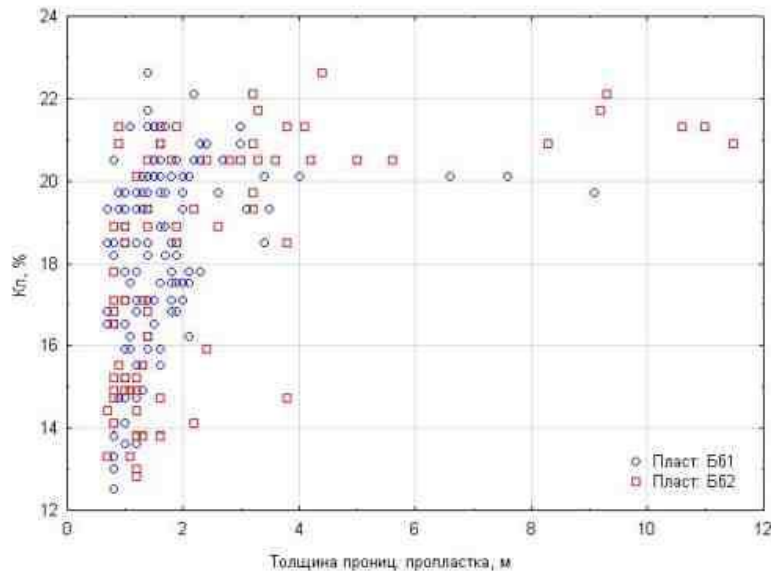


Рис. 5 Корреляционное поле между толщиной проницаемого пропластка и его пористостью по ГИС

Обобщая все вышесказанное, можно сказать, что формирование продуктивных частей бобриковских отложений происходило в различных фациальных обстановках, в условиях частого перемещения береговой линии. Нижнебобриковские отложения накапливались в прибрежно-морских и континентальных условиях с активной речной деятельностью. Зоны высоких значений ФЕС нижнебобриковских отложений приурочены или к вдольбереговым

барам, или к протокам [1]. Верхнеобриковские отложения накапливались в переходных условиях. Не смотря на различные фациальные условия формирования отложений ФЕС пластов Бб1 и Бб2 достаточно схожи.

Литература

1. Путилов И.С. Научное обоснование вероятностно-статистических методов прогноза нефтегазоносности структур в условиях высокоизученных территорий: Дис. доктора тех. наук. – Пермь, 2016. – 369с.
2. Ракинцева Л.Н. Строение визейской терригенной толщи Трифоновского месторождения нефти // Геология и полезные ископаемые западного Урала. – Пермь, 2011. – №11. – С. 24 – 28.
3. Ханин А.А. Породы-коллекторы нефти и газа и их изучение. – М.: Недра, 1969. – 368 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА И ИСТОЧНИКА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ДОННЫХ ОСАДКОВ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ШЕЛЬФА МОРЯ ЛАПТЕВЫХ Клеванцева Е.В., Гершелис Е.В., Гринько А.А., Рубан А.С.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Шельф морей Восточной Арктики – самый широкий и мелководный шельф в Мировом океане, является уникальным природным комплексом и играет важную роль в климатической системе планеты. Большая часть данных акваторий подстилается подводной мерзлотой и представляет собой хранилище большого количества органического углерода в различных формах [2]. Постепенное разрушение арктической вечной мерзлоты провоцирует высвобождение значительных объемов органического углерода и вовлечение их в современный биогеохимический цикл [1, 2, 4]. Важной, но пока малоизученной является проблема выявления механизмов транспорта и трансформации наземного органического вещества, экспортируемого на шельф Восточной Арктики в результате термоабразии берегов и с речным стоком. Восприимчивость наземного органического углерода к деградации в процессе переноса в системе суша-шельф зависит от множества факторов, в числе которых его молекулярный состав, литология вмещающих осадков, физические факторы транспортировки, гидрохимические условия.

Данное исследование направлено на уточнение состава и источника органического углерода, хранящегося в донных осадках северо-западной части шельфа моря Лаптевых. Фактическим материалом для исследования послужили 24 образца поверхностного слоя донных осадков (горизонт 0-10 см), отобранных с применением дночерпателя во время трёх научно-исследовательских экспедиций 2011 года (НИС «Академик М.А. Лаврентьев») и 2018-2019 г. (НИС «Академик Мстислав Келдыш»). В замороженном виде пробы были доставлены в Международную лабораторию изучения углерода арктической морей Томского политехнического университета, где далее анализировались: гранулометрический состав осадков с применением лазерного дифракционного анализатора размера частиц и групповой состав соединений, входящих в органическое вещество методом пиролиза Rock Eval.

Преимущественно образцы представлены алевритами и пелитами, реже песками, что указывает на устойчивую подледную обстановку осадконакопления с гравитационным механизмом осаждения дисперсных частиц без воздействия волновых процессов. В пределах некоторых станций отмечено атипичное преобладание песчаной фракции (рис. 1). Области высокого содержания песка могут быть связаны с зонами ледового выплывания и пузырькового выноса тонкодисперсной фракции в пределах зон активной газовой эмиссии [3].

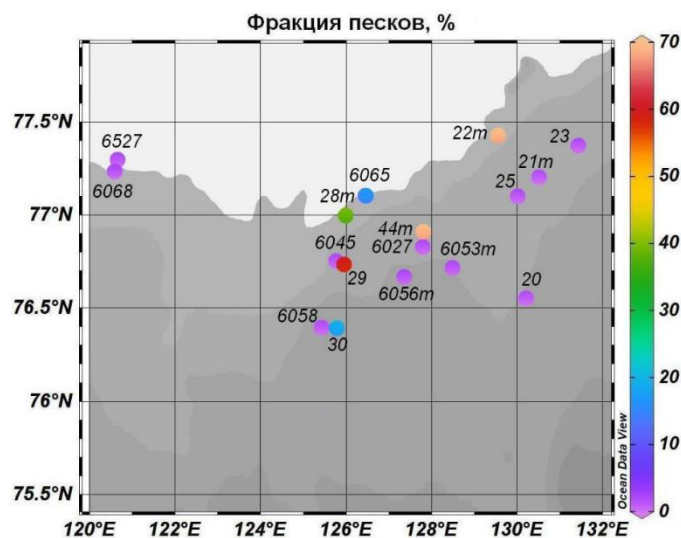


Рис. 1 Карта распределения песчаной фракции в донных осадках

Для большинства образцов установлена прямая зависимость между содержанием пелитовой фракции и количеством общего органического углерода в осадках (рис. 2). Такая зависимость может быть объяснена высокой сорбционной способностью глинистых минералов. Количество общего органического углерода (ТОС) в исследуемых

образцах варьируется от 0,35 до 1,26 массовых процентов. Такие невысокие значения свидетельствуют о низкой биопродуктивности северо-западной части шельфа моря Лаптевых.

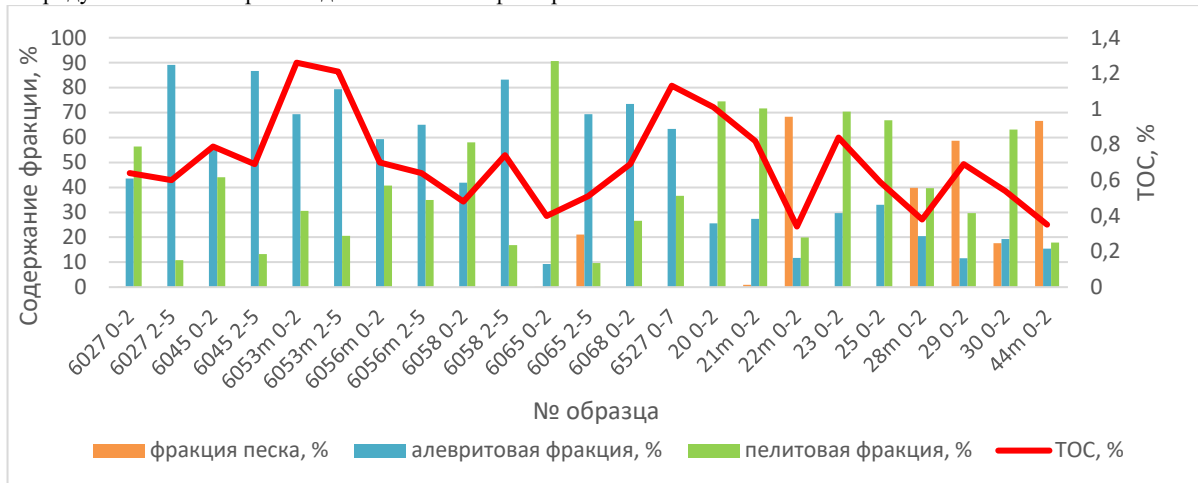


Рис. 2 Гистограмма распределения органического углерода в донных осадках

По данным пиролитического анализа рассчитаны водородный и кислородный индексы, а также геохимический индекс TAR. Установлено, что для исследуемого района характерно смешение терригенных и морских источников органического вещества с преобладанием континентальных условий осадконакопления, несмотря на удалённость района исследований от береговой линии.

Исследование поддержано грантом Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук МК-3476.2021.1.5.

Литература

1. Acidification of East Siberian Arctic Shelf waters through addition of freshwater and terrestrial carbon / I. Semiletov, I. Pipko, Ö. Gustafsson et al // Nature Geoscience, 2016. – № 9. – P. 361 – 365.
2. Extensive Methane Venting to the Atmosphere from Sediments of the East Siberian Arctic Shelf / N. Shakhova, I. Semiletov, A. Salyuk, V. Yusupov et al. – M.: Science, 2010. – № 327 (5970). – P. 1246 – 1250.
3. The origin of methane in the East Siberian Arctic Shelf unraveled with triple isotope analysis / C.J. Sapart et al. // Biogeosciences, 2017. – V. 14. – P. 2283 – 2292.
4. Vonk J.E., Gustafsson Ö. Permafrost-carbon complexities // Nature Geoscience, 2013. – 6 (9). – P. 675 – 676.

АНАЛИЗ НЕОДНОРОДНОСТИ И МАСШТАБНОГО ЭФФЕКТА КОЛЛЕКТОРСКИХ СВОЙСТВ НА ПРИМЕРЕ ВОСТОЧНО-ЛАМБЕЙШОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Козырев Н.Д., Кочнев А.А.

Научный руководитель - доцент С.Н. Кривощечков

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь, Россия

При изучении и разработке карбонатных сложнопостроенных резервуаров возникает множество сложностей, обусловленных сменой циклов осадконакопления, неоднородностью коллекторских свойств, вторичными преобразованиями, непредсказуемой динамикой обводнения скважин и т.д. Для повышения качества разработки подобных месторождений используются геолого-гидродинамические модели (ГГДМ). ГГДМ позволяют оперативно принимать проектные решения и проводить предиктивную аналитику. Однако при построении ГГДМ имеется множество неопределенностей, которые в первую очередь связаны с распределением коллекторских свойств в объёме резервуара.

Для создания кубов пористости и проницаемости ГГДМ чаще всего используются геофизические кривые по скважинам. Прямые исследования керна используются на начальном этапе создания куба абсолютной проницаемости и необходимы для построения петрофизической зависимости проницаемость-пористость типов керн-керна, керн-ГИС для последующего пересчета куба пористости, распределенного исходя из данных ГИС, в абсолютную проницаемость, однако данный метод наиболее рационален для поровых коллекторов. Для карбонатных коллекторов, где часто наблюдается высокая степень неоднородности, что является следствием вторичных пустот, таких как каверны и трещины, чаще всего петрофизическая зависимость проницаемость-пористость неустойчива. Поэтому для сложнопостроенных карбонатных коллекторов с целью учета слоистой или вертикальной неоднородности фильтрационных свойств пласта помимо использования петрофизической зависимости проницаемость – пористость необходимо уточнять куб проницаемости прямыми исследованиями керна с привязкой по глубине. Стандартные образцы в большей степени характеризуют либо поровую составляющую, либо вторичные пустоты (каверны, трещины) в зависимости от области, в которую попадет стандартный образец. Их применение для уточнения куба

СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

проницаемости без дополнительно анализа некорректно, так как образцы имеют диаметр 3 см, что чаще не соответствует масштабу ячейки по вертикали в геологической и гидродинамической модели пласта. Зачастую количество изученных полноразмерных образцов керна в разы меньше чем стандартных, и для создания уточненного куба проницаемости полноразмерных образцов керна может быть недостаточно. В таких случаях с целью уточнения фильтрационных свойств пласта возникает необходимость учета стандартных образцов. Однако, если пласт имеет высокую неоднородность, значения проницаемости по стандартным и полноразмерным образцам могут значительно отличаться. Данное обстоятельство можно определить, как масштабный эффект [1-3].

В рамках данной работы с целью изучения масштабного эффекта и анализа неоднородности фильтрационно-емкостных свойств рассмотрены полноразмерные и стандартные образцы керна для елецких отложений Восточно-Ламбейшорского месторождения. Анализ проводился при помощи известных методов математической статистики.

Для детальной оценки результатов исследований керна и сравнения полноразмерных и стандартных образцов проведен описательный статистический анализ.

Проанализированы значения абсолютной проницаемости и пористости по 658 полноразмерным образцам керна и 3159 стандартным (табл. 1).

Таблица 1

Общая статистика стандартных и полноразмерных образцов керна по абсолютной проницаемости и пористости

Параметр	Вид	Н набл.	Среднее	Медиана	Min	Max	Дисперсия	Ст.откл.
m, %	Станд.	3159	4.69	3.5851	0.103	29.63	14.6	3.82
	Полн.	658	6.95	6.8347	0.430	21.45	13.3	3.64
k, мД	Станд.	3159	54.38	0.3400	0.001	18143.01	254318.0	504.29
	Полн.	658	113.59	4.0250	0.030	11543.84	455310.0	674.76

При анализе таблицы 1 можно отметить, что практически по всем статистическим характеристикам значения полноразмерных образцов выше, чем у стандартных. Максимальное значение проницаемости стандартных образцов почти в 2 раза превышает максимальное значение для полноразмерных образцов. Для значений проницаемости характерна высокая дисперсия и среднеквадратическое отклонение, что показывает большой разброс значений относительно среднего и характеризует неоднородность выборки, а для значений пористости данные показатели не велики, как для стандартных, так и для полноразмерных образцов.

Далее для значений пористости и проницаемости стандартных и полноразмерных образцов керна посчитан статистический критерий Стьюдента ($t_{критерий}$), позволяющий оценить различие между выборками. По результатам расчета выявлено статистически значимое различие между значениями пористости стандартных и полноразмерных образцов ($t_{критерий} = -13.3348$, при $p < 0.05$; $\chi^2 =$, при $p < 0.05$), а также статистически значимое различие между значениями проницаемости стандартных и полноразмерных образцов ($t_{критерий} = -2.57$, при $p < 0.05$) [2].

В ходе исследования для оценки степени неоднородности абсолютной проницаемости всего резервуара произведен расчет коэффициента Дикстра – Парсона (1) для полноразмерных и стандартных образцов керна [3]. На рисунке 1 представлен перцентиль значений абсолютной проницаемости для стандартных и полноразмерных образцов керна.

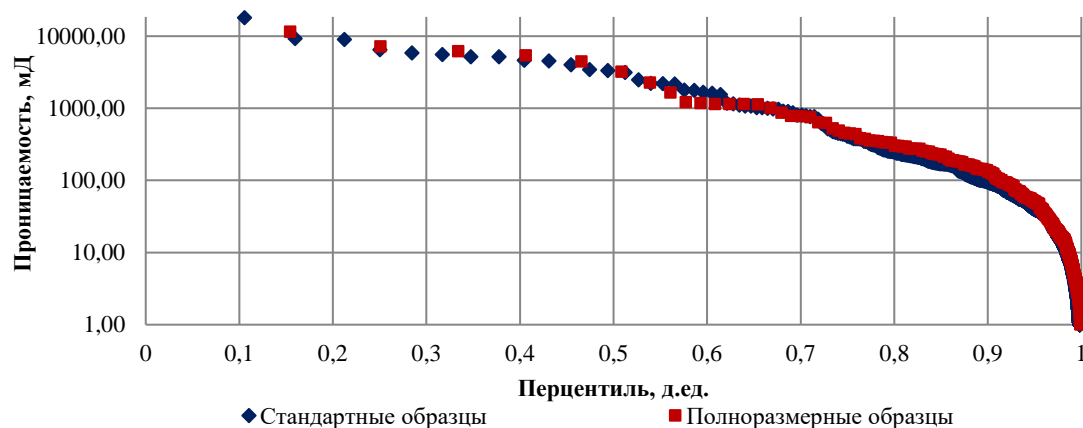


Рис. 1 Расчет коэффициента Дикстра – Парсона для оценки неоднородности фильтрационно-емкостных свойств

По формуле 1 проведены расчеты коэффициента Дикстра – Парсона:

$$V_{DP} = (k_{0.5} - k_{0.84}) / k_{0.5}, \quad (1)$$

где V_{DP} – коэффициента Дикстра – Парсона, $k_{0.5}$ – медиана проницаемости, $k_{0.84}$ – 84-ый перцентиль проницаемости.

Таким образом для стандартных образцов значение коэффициента Дикстра – Парсонса $V_{DPст} = 0.86$, а для полноразмерных $V_{DPпл} = 0.92$. На основании данных расчетов можно сделать вывод, что резервуар является очень неоднородным ($V_{DP} = 0.7-1$), а также значения для полноразмерных образцов имеют большую неоднородность параметра проницаемости, а, следовательно, в большей степени характеризуют сложнопостроенный коллектор и учитывают каверны и трещины [3].

Для оценки латеральной неоднородности фильтрационно-емкостным свойств рассчитан коэффициент вариации результатов керновых исследований по скважинам. По результатам расчетов построены карты распределения коэффициента вариации по площади месторождения. Для стандартных и полноразмерных образцов можно выделить юго-западную часть залежи со значениями коэффициента вариации менее 100, здесь неоднородность проницаемости по разрезу минимальна, однако скважинные значения коэффициента вариации более 33, что является показателем значительной неоднородности данных. Отмечается увеличение коэффициента вариации в северо-восточном направлении и максимальное значение (>400) соответствует скважине №5. Карты коэффициента вариации по проницаемости для стандартных и полноразмерных образцов практически повторяют друг друга, но максимальное значение несколько выше для полноразмерных образцов (451) в сравнении со стандартными (432).

Заключение

Проведенный анализ керновых исследований показывает наличие масштабного эффекта керновых данных и необходимость его учета при использовании керновых исследований для решения прикладных задач, в данном случае при построении ГГДМ.

Исследования выполнены при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект № FSNM-2020-0027).

Литература

1. Гурбатова И.П., Костин Н.Г. Масштабный эффект при определении фильтрационно-емкостных свойств пласта в сложнопостроенных карбонатных коллекторах // Нефтепромысловое дело, 2010. – №5. – С. 21 – 25.
2. Уточнение геолого-гидродинамической модели сложнопостроенной залежи нефти путем комплексного анализа данных / Н.Д. Козырев, Кочнев А.А., А.Г. Менгалиев, И.С. Путилов, С.Н. Кривошеков // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, 2020. – Т. 331. – № 10. – С. 164 – 17.
3. Lake and Jensen. A review of heterogeneity measures used in Reservoir Characterisation, In Situ, 1991. – 15. – P. 409 – 440.

ВЫДЕЛЕНИЕ ЗОН РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ И СТРУКТУРНЫХ ЛОВУШЕК УВ В ТЕРРИГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВЕНДА НА ЮЖНОМ СКЛОНЕ БАЙКИТСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ

Котухов П.Д.

Научный руководитель - научный сотрудник Е.Н. Кузнецова
Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

Рассматриваемая территория находится на западе Сибирской платформы. В административном плане она располагается в восточной части Красноярского края.

Осадочный чехол исследуемой территории состоит преимущественно из рифейских терригенно-карбонатных и венд-кембрийских терригенно-соленосно-карбонатных отложений [1].

В осадочном чехле выделяется два структурных яруса: рифейский и венд-силурийский. В работе более подробно изучался венд-силурийский ярус. В пределах изучаемой территории можно выделить две принципиально разные по тектоническому строению части: северную, отвечающую не дислоцированному и пологому склону Байкитской антеклизы, и южную, структурно дифференцированную, объединённую в Ангарскую зону складок.

Терригенные отложения венда представлены тирским и непским горизонтами, промышленная нефтегазоносность которых доказана на ряде площадей (Агалеевская, Имбинская, Ильбокичская, Оморинская, Юрубченская).

Особенности геологического строения рассматриваемой территории предполагают распространение здесь ловушек литологического и структурного типов.

В рамках работы автором выполнены детальные корреляции вендских отложений (рис. 1) и построены структурные и параметрические карты.

Используя методику Мельникова Н.В., терригенная часть вендского разреза была разбита на пачки по составу: преимущественно глинистые и преимущественно песчаные. Они имеют выраженные каротажные характеристики по комплексу ГИС. Подробно было прослежено их строение и изменение литологического состава на рассматриваемой территории. На следующем этапе, используя предоставленные сеточные модели ИНГГ СО РАН и составленную базу данных, были построены структурные карты по кровле рифея и тэтэрской свиты и карты толщин непского и тирского горизонта. Используя весь объем полученной информации, определены критерии перспектив нефтегазоносности территории.

Корреляционный профиль, структурные карты и карты толщин наглядно демонстрируют, что терригенные отложения непского и тирского горизонтов постепенно выклиниваются в северном направлении в сторону Камовского свода. Это создает благоприятные условия для формирования неструктурных ловушек, которые контролируются

СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

двумя факторами: выклиниванием отложений и замещением на непроницаемые разности. В непском горизонте – это глинизация, а в тирском – появление в разрезе сульфатно-карбонатных отложений.

На этом основании для непского горизонта выделена первая перспективная зона, связанная с линией его выклинивания в северной части территории. Перспективы зоны подтверждены данными глубокого бурения. Песчаные пласты имеют мощность 0-30 м, пористость 7,5-13%. Притоки получены на Юрубченской, Подпорожной и Вэдрешевской площадях. Размеры зоны накопления ограничиваются с запада линией литологического замещения терригенных отложений тирского горизонта на терригенно-сульфатно-карбонатные (западнее этой границы УВ будут накапливаться в тирском горизонте из-за отсутствия флюидоупора для непского), с юга изогипсой 60 м, так как по данным бурения при такой мощности сохранились поровые коллекторы.

В южной части территории, где мощность отложений непского горизонта превышают 100 м, характерно тонкое и частое чередование литологических разностей. Песчаники обладают плохими коллекторскими свойствами. Однако ранее исследователями была выделена Нижнеангарская ЗНГН. Её перспективы связаны с трещинными коллекторами, образованными в локальных зонах растяжения [3], и антиклинальными структурами, которые образовались в раннегерцинский этап складчатости в обстановках сдвига-сжатия [2]. В данной работе это зона II.

Для выяснения перспектив тирского горизонта в его разрезе выделено семь пачек, три из которых соответствуют продуктивным пластам (рис. 1).

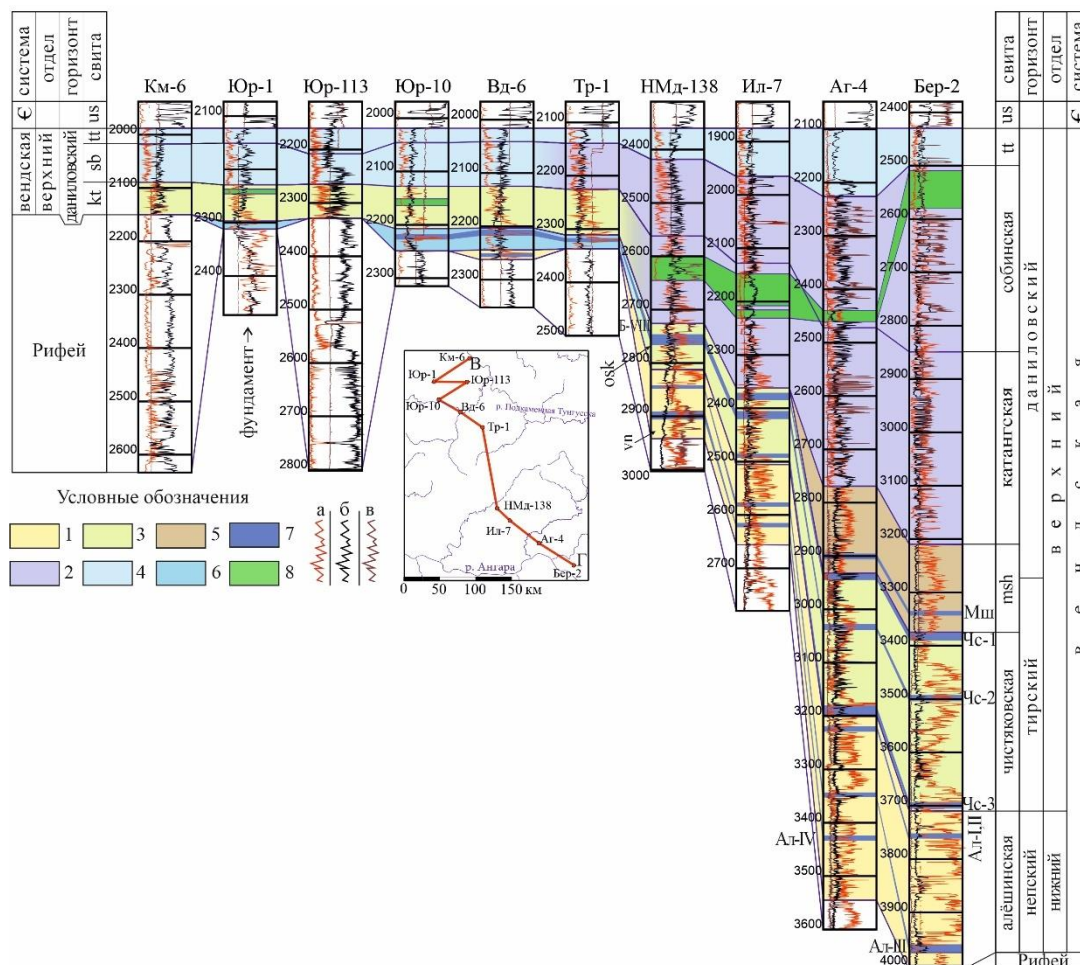


Рис. 1 Корреляционный профиль по линии В-Г. Тип отложений: 1 – алеврито-песчаный, 2 – солесно-карбонатный, 3 – карбонатно-глинистый, 4 – карбонатный, 5 – глинистый, 6 – сульфатно-карбонатный, 7 – продуктивные пласты, 8 – трапп; тип каротажа: а – гамма каротаж, б – нейтронный-гамма каротаж, в – диаметр скважины; индексы свит: us – усольская, tt – тэтэрская, sb – собинская, kt – катангская, osk – оскобинская, vp – ванаварская; названия скважин: Ag – Агалеевская, Km – Куомбинская, Юр – Юрубченская, Вд – Вэдрешевская, Tr – Терская, NMд – Нижне-Модаиенская, Ил – Ильбокичская, Бер – Беряmbинская

Песчаники первой пачки (пласт Чс-3) тирского горизонта прослеживаются в западной, юго-западной части территории. Общая мощность песчаников не превышает 10 м. На данный момент промышленные притоки получены только в южной части территории, где преобладают порово-трещинные коллекторы.

Покрышкой для залежи служат вышележащие глинистые, сульфатно-глинистые породы. Контролируется залежь с севера сульфатизацией пород, с юга – изопахитой 200 м. При мощностях более 200 м (по данным описания ядра Агалеевская 1, Беряmbинская 2) происходит существенная глинизация отложений. Песчаники четвертой пачки (пласт Б-VIII, Чс-2) мощностью 10-20 м распространены повсеместно, но по данным глубокого бурения перспективы

центральной и северо-западной части территории пока не подтвердились. Промышленные притоки получены на Оморинской, Камовской, Ильбокичской и Шушукской площадях. Песчаники шестой пачки (пласт Чс-1) распространены в западной и южной части территории. Их распространение с севера контролируется линией размыва. В юго-восточной части пласт глинизируется. Наблюдается повышенное содержание сульфатов на Вайвидинской и Верхнекамовской площадях. Промышленные притоки получены в южной части территории. Таким образом, по совокупности трех пластов выделена первая перспективная зона (рис. 2).

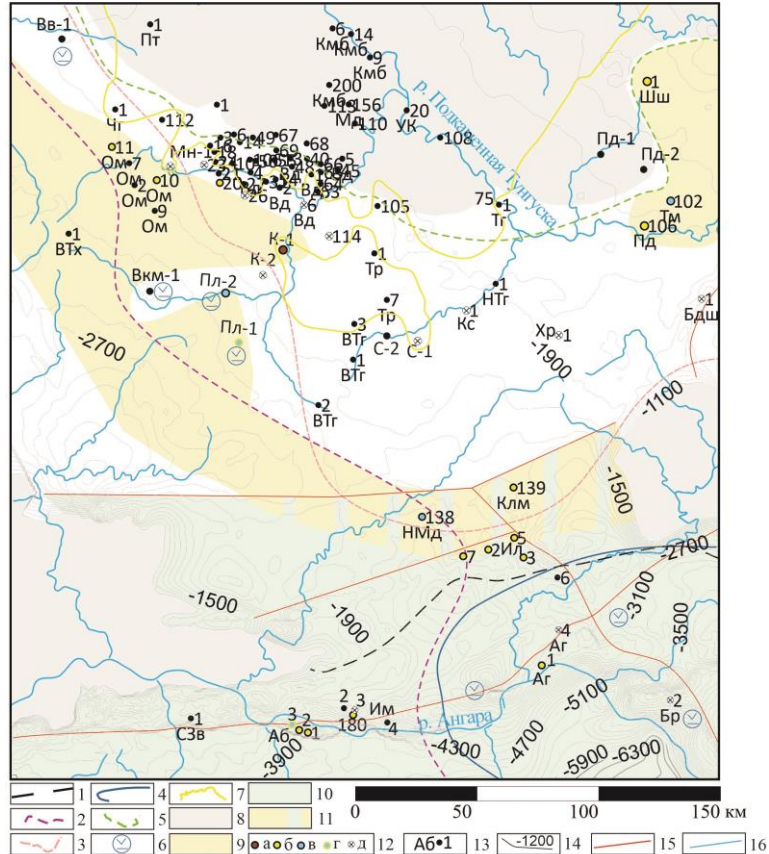


Рис. 2 Карта перспектив нефтегазоносности тирского регионального продуктивного горизонта:
 1 – линия выклинивания мошакской свиты; 2 – линия литологического замещения терригенных отложений на сульфатно-карбонатные пачки 1; 3 – линия размыва пачки 6; 4 – линия литологического замещения терригенных отложений на сульфатно-глинистые пачки 6; 5 – линия выклинивания пачки 4; 6 – высокое содержание сульфатов в пачке 6; 7 – линия выклинивания непского горизонта; 8 – отсутствие отложений тирского горизонта; 9 – зона I (литологически экранированные залежи); 10 – зона II (зона развития структурных и литологических залежей); 11 – пересечение I и II зоны; 12 – результаты испытаний (а – нефть, б – газ, в – вода, г – газ с водой, д – сухо); 13 – скважины; 14 – изолинии поверхности тирского горизонта; 15 – разломы; 16 – реки

Она протягивается полосой от Верхнетохомской площади до Чадобецкого поднятия. Мошакская свита, которая соответствует верхней части тирского горизонта, распространена только в южной части территории. По материалам ГИС здесь выделяется пласт песчаника в средней части свиты. Мощность пласта 15-30 м. На юго-западе в скважине Имбинская-3 и Абаканская-1 получен приток газа. В южной части, по аналогии с непским горизонтом, выделена зона II, в которой развиты антиклинальные ловушки с порово-трещинным коллектором.

Таким образом, были выделены зоны предполагаемого развития ловушек. В зоне I прогнозируются литологические и стратиграфические ловушки, а в зоне II – структурные и литологические.

Литература

1. Мельников Н.В. Венд-кембрийский соленосный бассейн Сибирской платформы (Стратиграфия, история развития). – Мин-во прир. ресурсов РФ, СНИИГГиМС – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. – 148 с.
2. Носкова Е.С. Структурно-тектонические критерии нефтегазоносности Нижнеангарского самостоятельного нефтегазоносного района: Дис. докт. геол.-минерал. наук. – М.: ВНИГНИ, 2014. – 148 с.
3. Сим Л.А., Постников А.В., Постникова О.В., Пошибаев В.В. Влияние новейшей геодинамики на газоносность Иркинево-Чадобецкого рифтогенного прогиба // Экспозиция нефть газ, 2016. – № 6 (52). – С. 8 – 12.

ОЦЕНКА РЕСУРСОВ УГЛЕВОДОРОДОВ ПОДГОТОВЛЕННОЙ СТРУКТУРЫ
МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО

Крысин Н.Н., Сологубова М.В.

Научный руководитель - доцент О.А. Мелкишев

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь, Россия

При подготовке структуры к поисковому бурению точный подсчет запасов или ресурсов в пределах площади невозможен, поэтому всегда существуют повышенные риски, связанные с завышением или занижением количества запасов или ресурсов, которые могут привести к серьезным финансовым убыткам [1].

В настоящее время в нефтегазовой отрасли существует два подхода к оценке ресурсов нефти и газа: детерминистический и стохастический.

Детерминистический подход базируется на основе метода геологических аналогий, в ходе которого проводится точечная оценка подсчетных параметров, итогом является конкретное количество ресурсов или запасов для объекта подсчета.

Стохастический метод оценки ресурсов (запасов) позволяет получить интервальную оценку и основывается на применении статистических распределений подсчетных параметров. После множества случайных реализаций каждого распределения подсчетного параметра, эти значения перемножаются. Итогом метода выступает гистограмма ресурсов или запасов для объекта подсчета [3].

Стохастический метод оценки ресурсов наиболее предпочтителен для применения на подготовленных структурах, поскольку он позволяет нивелировать ошибку, возникающую при принятии подсчетных параметров в качестве дискретных величин с месторождений-аналогов. В качестве объекта оценки подготовленных ресурсов была выбрана одна структура в пределах Башкирского свода на территории Пермского края.

Важным этапом при выполнении любого подсчета запасов или оценки ресурсов является определение площади нефтеносности. Рассматриваемая структура была подготовлена сейсморазведкой 3D по 6 отражающим горизонтам с кондиционной точностью. По данным картам отражающих горизонтов можно прогнозировать предполагаемую площадь залежи в потенциально продуктивных отложениях.

На данной структуре были установлены величины площадей залежи при изменении коэффициента заполнения ловушки от 0,1 до 1,0 д.ед., с шагом в 0,1 д.ед. Для определения промежуточных значений площади залежи использовались линейные уравнения.

Коэффициент заполнения ловушки моделировался как случайная величина между минимальным и максимальным значениями на месторождениях-аналогах, а после рассчитывалась площадь залежи с помощью полученных уравнений. Полученные графики зависимостей приведены на рисунке 1.

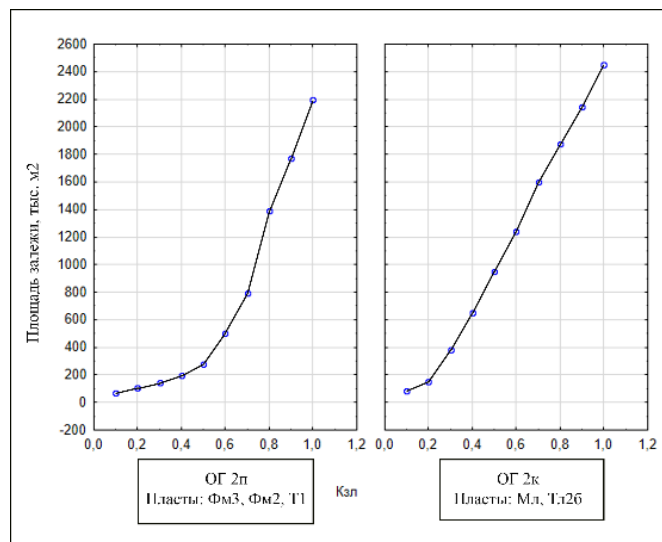


Рис. 1 График зависимости площади залежи от коэффициента заполнения ловушки

Методика прогноза подсчетных параметров описана в статье «Стохастическая оценка прогнозных ресурсов нефти на поисково-оценочном этапе геологоразведочных работ» [2].

Функция плотности распределения подсчетного параметра рассчитывалась по формуле $X = M(x) + \text{СКО}$, где $M(x)$ – математическое ожидание подсчетного параметра, СКО – стандартная ошибка вычисления.

Данные величины приняты по существующим моделям прогноза для внешней прибортовой зоны Камско-Кинельской системы прогибов (ККСП) Башкирского свода [2].

Значения величин подсчетных параметров ограничивались минимальными и максимальными значениями этих параметров на 4 ближайших месторождениях-аналогах, расположенных в единой структурно-фациальной зоне (табл. 1).

Таблица 1

Диапазон изменения подсчетных параметров на ближайших месторождениях-аналогах

Пласт	hэф.н.н, м.	Кп, %	Кн, %	ρ , т/м ³	θ , ед.	КИН, д.ед.
Фм3	2 – 5,8	0,11 – 0,15	0,7 – 0,88	0,884 – 0,892	0,917 – 0,934	0,29-0,36
Фм2	1,9 – 2,4	0,09 – 0,1	0,7 – 0,97	0,878 – 0,892	0,894 – 0,933	0,3-0,575
Т1	1,7 – 4,1	0,105 – 0,14	0,71 - ,088	0,866 – 0,894	0,922 – 0,947	0,345-0,43
Мл	1,4 – 2,2	0,17 – 0,22	0,76 – 0,9	0,866 – 0,898	0,919 – 0,958	0,44-0,575
Тл2б	1,9 – 2,3	0,16 – 0,2	0,84 – 0,87	0,865 – 0,892	0,937 – 0,969	0,3-0,48

В результате применения метода Monte-Carlo были получены распределения всех подсчетных параметров для каждого продуктивного пласта.

Впоследствии с использованием формулы объемного метода полученные распределения были перемножены, и построены гистограммы распределения извлекаемых ресурсов для каждого потенциально продуктивного пласта (рис. 2).

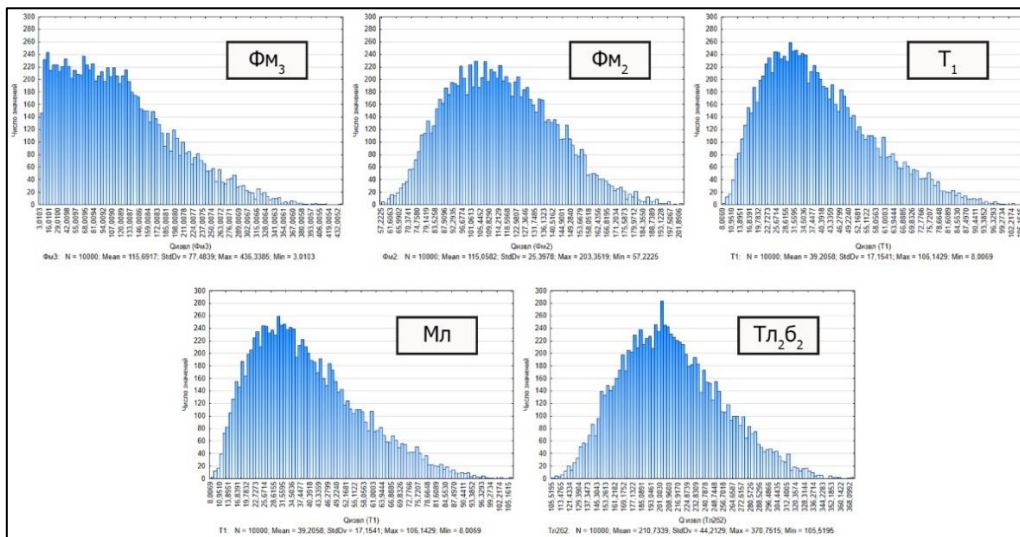


Рис. 2 Гистограммы распределения извлекаемых ресурсов категории D0 для каждого продуктивного пласта

В результате анализа полученных гистограмм были получены величины значений ресурсов, соответствующих доказанным запасам (P90), вероятным запасам (P50) и возможным запасам (P10) по классификации PRMS (Petroleum Resources Management System) [4]. Результаты для каждого пласта приведены в таблице 2.

Таблица 2

Извлекаемые запасы нефти для каждого продуктивного пласта

Пласт	P90, тыс. т	P50, тыс. т	P10, тыс. т
Фм3	23,7	103,9	227,6
Фм2	83,1	113,2	149,5
Т1	19,1	36,3	63,8
Мл	186,7	250,7	329,9
Тл2б2	155,5	206,6	272,4

При условии, что все пласты на структуре окажутся продуктивными, извлекаемые ресурсы на структуре с вероятностью 90% составят 468,1 тыс. т, с вероятностью 50% – 710,7 тыс. т, с вероятностью 10% – 1 043,2 тыс. т.

Также был рассмотрен вариант, при котором не все пласты являются продуктивными. Была рассчитана вероятность продуктивности отложений каждого пласта как отношение числа месторождений-аналогов, где пласт продуктивен, ко всему числу месторождений-аналогов, и рассчитаны величины геологических и извлекаемых запасов. С вероятностью 100% ожидается, что будут продуктивны пласты Т и Тл2б2, с вероятностью 75% – Фм3 и Мл, с вероятностью 50% – Фм2. Извлекаемые ресурсы на структуре с вероятностью 90% составят 241,5 тыс. т, с вероятностью 50% – 605,6 тыс. т, с вероятностью 10% – 873,9 тыс. т. Таким образом, второй вариант учитывает вероятность того, что часть пластов в каждом из НГК может оказаться непродуктивной, что позволяет избежать завышенной оценки ресурсов и тем самым повысить достоверность суммарной оценки ресурсов УВ.

Литература

1. Галкин С.В., Иванов А.А Вероятностно-статистическая методика учетов рисков поисковых работ при оценках альтернативных инвестиционных проектов // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, 2002. – № 4. – С. 29 – 28.

СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

2. Мелкишев О.А., Кривошеков С.Н. Стохастическая оценка прогнозных ресурсов нефти на поисково-оценочном этапе геологоразведочных работ // Вестник ПНИПУ. Геология, нефтегазовое и горное дело. – Пермь, 2012. – №4. – С. 33 – 41.
3. Kelliher C., Mahoney L. Using Monte Carlo Simulation to Improve Long-Term Investment Decisions//Appraisal journal.–2000. – Vol. 68. – P. 44 – 56.
4. SPE/AAPG/WPC/SPEE/SEG Guidelines for Application of the Petroleum Resources Management System. [Электронный ресурс]. –URL: http://rca.spe.org/files/3814/0834/5934/PRMS_Guidelines_Nov2011.pdf.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И ГЕНЕЗИС ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА НЕФТИ N Кузнецова Д.С.

Научный руководитель - к.г.-м.н. П.В. Смирнов
Тюменский клуб юных геологов, г. Тюмень, Россия

Проблема происхождения нефти имеет не только теоретическую, но и практическую значимость. Изучение происхождения нефти необходимо для определения критериев возможного нахождения месторождений нефти при их поиске, а также определения особенностей молекулярного состава нефти, выявления генетических семейств нефти и корреляции разных проб. Автору статьи его научным руководителем передана неидентифицированная проба нефти, географическая привязка которой также неизвестна. Этот образец выбран в качестве объекта исследований.

Гипотеза автора состоит в том, что при совместном анализе физико-химических параметров и биомаркеров нефти можно установить ее принадлежность к тому или иному нефтегазовому бассейну. Общеизвестно, что нефть различных нефтегазоносных провинций (Волго-Уральской, Западно-Сибирской, Северо-Кавказской и др.) по ряду параметров: цвету, плотности, содержанию серы, биомаркерам и т.д., может отличаться весьма существенно.

Целью работы является анализ физико-химических и молекулярных параметров нефти, для установления генезиса органических веществ в нефти.

Для исследований взята одна проба неизвестного происхождения – нефть N, которая не имеет привязки к конкретному месторождению и принадлежности к какой-либо нефтегазовой провинции. Для данного образца нефти выполнены исследования физико-химических параметров с использованием метода газо-жидкостной хроматографии и хромато-масс-спектрометрии, выполнен анализ минерального состава механических примесей. Использовались также результаты исследования физико-химических параметров, проведенные в сторонней лаборатории X, которые также были переданы автору научным руководителем. Каждый вид исследований позволяет получить данные, указывающие на генезис нефти. Масс-спектрометрия дает ответ о генезисе органического вещества, а состав механических примесей – сведения о минеральном составе керна.

В рамках лабораторного блока определялись следующие параметры: нормальные алканы состава C₉-C₃₆, изопреноиды – C₁₆-C₂₅, циклические УВ-биомаркеры (углеводородные биомаркеры) стеранового (C₂₇-C₃₀) и терпанового (C₂₇-C₃₅) рядов. Исследование с применением газо-жидкостной хроматографии и хромато-масс-спектрометрии выполнено по стандартной методике. Хромато-масс-спектрометрические исследования насыщенных углеводородов проводились на системе, включающей газовый хроматограф «Хроматэк Кристалл 5000.2», имеющий интерфейс с масс-селективным детектором (МСД). Хроматограф снабжен кварцевой капиллярной колонкой 30 м, диаметром 0,25 мм, импрегнированной фазой HP-5MS, газом-носителем является газ гелий. На молекулярном уровне изучена фракция насыщенных углеводородов. В ней идентифицировались нормальные алканы состава C₉-C₃₆, изопреноиды C₁₆-C₂₅, циклические УВ-биомаркеры стеранового (C₂₇-C₃₀) и терпанового (C₂₇-C₃₅) рядов (рис. 2).

Для петрографического анализа механических примесей в шлифах применяли поляризационный микроскоп.

По физико-химическим параметрам изученная нефть легкая, малосернистая, парафинистая, смолистая, маловязкая (табл. 1).

Таблица 1

Физико-химические параметры нефти N

№ п/п	Измеряемый параметр	Единицы измерения	Результаты	Качественная характеристика
1	Плотность нефти при 20°C	кг/м ³	836,7	Лёгкая (классификация ГОСТ Р 51858-2002, п.4.3)
2	Плотность безводной нефти при 20°C	кг/м ³	836,4	Лёгкая (классификация ГОСТ Р 51858-2002, п.4.3)
3	Массовая доля серы	%	0,476	Малосернистая (классификация ГОСТ Р 51858-2002, п.4.2)
4	Массовая доля парафина	%	4,0	Парафинистая (1.5-6)
5	Массовая доля асфальтенов	%	0,3	Смолистый тип нефти (смолы+асфальтены 5-15)
6	Массовая доля смол	%	14,2	
7	Вязкость кинематическая при 20°C	мм ² /с	9,279	Маловязкая нефть (вязкость динамическая от 5,1 до 10,0)
8	Вязкость динамическая	МПа*с	7,764	

Распределение гопанов в насыщенной фракции приведено в таблице 2.

Таблица 2

Распределения гопанов в насыщенной фракции

В % на сумму гопанов и гомогопанов									Ts/Tm	C ₃₅ /C ₃₄
C ₂₇	C ₂₈	C ₂₉	C ₃₀	C ₃₁	C ₃₂	C ₃₃	C ₃₄	C ₃₅		
9,70	0,97	17,49	25,04	17,22	10,95	7,02	8,79	2,81	0,72	0,32

По результатам газожидкостной хроматографии и хромато-масс-спектрометрии были получены хроматограммы насыщенных УВ (рис. 1) и фрагментограммы терпановых УВ ($m/z=191$) насыщенной фракции нефти 1, извлеченной из отложений, вскрытых скв. 1 месторождения X (рис. 2). В результате петрографического анализа установлены механические примеси (рис. 3, табл. 3).

На хроматограмме насыщенных углеводородов нефти пик приходится на C₁₅, что свидетельствует в пользу морских обстановок накопления органического вещества.

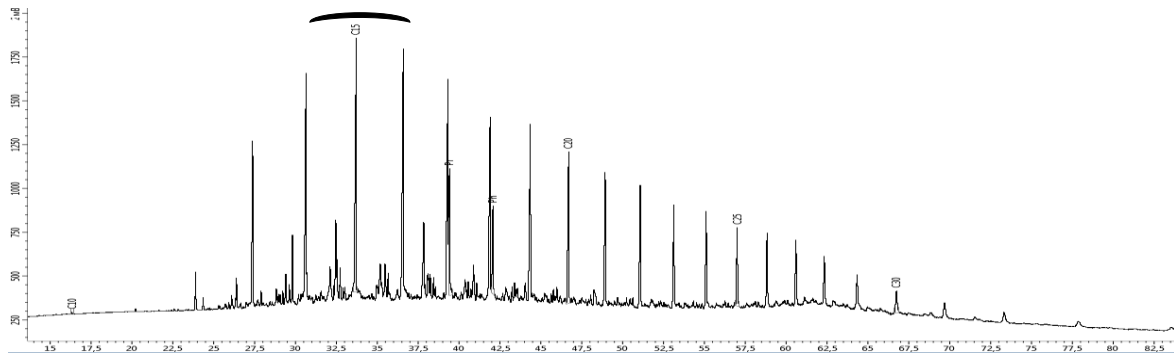


Рис. 1 Хроматограмма насыщенных УВ нефти 1

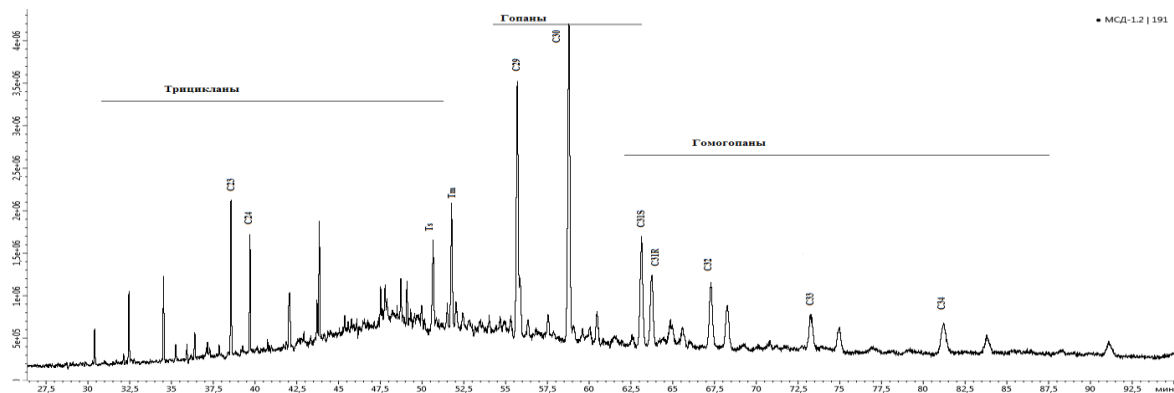


Рис. 2 Масс-фрагментограммы терпановых УВ ($m/z=191$) насыщенной фракции нефти №1, извлеченной из отложений, вскрытых скв. 1 месторождения X

В результате петрографического анализа установлены механические примеси (рис. 3, табл. 3) и выявлено, что большая часть примеси представлена карбонатным материалом.

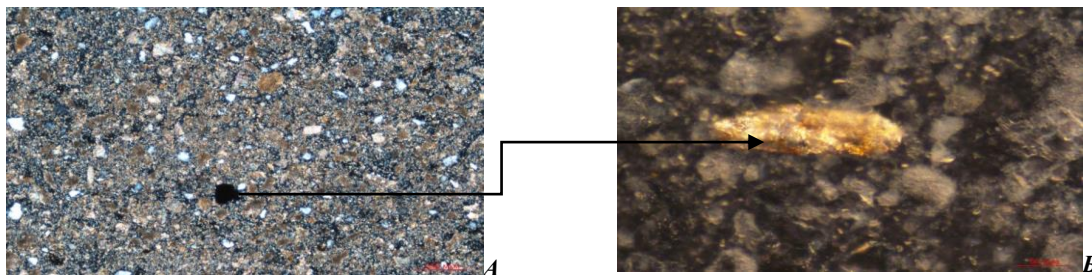


Рис. 3 Фотографии механической примеси под микроскопом: А – бурый карбонатный материал и черный пирит (поляризованный свет); Б – пирит (отраженный свет)

Таблица 3

Минеральный состав механической примеси

№ п/п	Минерал	Содержание, %
1	Карбонатные минералы	80-85
2	Кварц	8-9
3	Ангидрит	3-4
4	Рудные минералы	1-2
5	Акцессорные (Пирит)	<1

По результатам исследований можно заключить, что исследуемая проба нефти по содержанию серы относится к 1 классу и является малосернистой.

Массовая доля серы в пробе составляет 0,476 %, что не превышает установленный предел до 0,60 % включительно.

Надо отметить, что малосернистые нефти более типичны для Западной Сибири или Тимано-Печорской провинции, чем для месторождений Волго-Уральской.

Изучение нефти по биомаркерным параметрам позволило сделать вывод о происхождении нефти в морских обстановках с нормальной соленостью из органического вещества бактерий, водорослей.

Это свидетельствует о высокой степени катагенетического преобразования.

Литература

1. Тиссо Б., Вельте Д. Образование и распространение нефтей. Пер. с англ. / Под ред. Вассоевича Н.Б., Сейфуль-Мулькова Р.Б. – М.: Мир, 1981. – 502 с.
2. Химия нефти и газа: Учеб. пособие для вузов / А.И. Богомолов, А.А. Гаайле, В.В. Громова и др.; Под ред. В.А. Проскуракова, А.Е. Драбкина. – СПб: Химия, 1995. – 448 с.
3. Хант Дж. Геохимия и геология нефти и газа / Под ред. Н.Б. Вассоевича, А.Я. Архирова. – М.: Мир, 1982. – 703 с.
4. Frank Theobald, Hans-Joachim Huebschmann. Analysis of molecular fossils: crude oil steroid biomarker characterization using triple quadrupole GC-MS/MS // Thermo fisher scientific, 2010.
5. Yasser M. Moustafa, Rania E. Morsi. Biomarkers // Chromatography and Its Applications – Egypt, 2012 – P. 165 – 186.

ПРИМЕНЕНИЕ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ НЕФТЕНОСНЫХ РАЙОНОВ Купцов И.Е.

Научный руководитель - доцент Е.П. Янкович

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Методы дистанционного зондирования в настоящее время являются необходимым инструментом для изучения нефтегазоносных территорий. Данные со спутниковых датчиков успешно интегрируют с другими инструментами исследования, такими как сейсмические, скважинные, гравиметрические и магнитные данные [8].

Большинство нефтяных компаний, как российских, так и международных, не только проявляют интерес, но и активно применяют в своей деятельности технологии спутникового наблюдения за Землей.

Разведка углеводородов в труднодоступных или отдаленных районах представляет серьезную проблему для традиционных методов изучения нефтегазовых районов, в то время как спутниковое дистанционное зондирование позволяет предоставить информацию по обширной территории и с минимальными затратами [4].

Миграция углеводородов из глубин к поверхности Земли [1], так называемое явление «просачивания» [7], вызывает локальные изменения поверхности, вызванное геохимическими и биохимическими процессами [6]. Просачивания углеводородов обычно подразделяются на две категории: макропросачивание и микропросачивание [3].

К первому типу относятся потоки, выходящие на поверхность и накапливающиеся в видимых количествах, а второй тип представлен незначительными миграциями летучих углеводородов.

Это приводит к аномалиям, которые выделяются на космических снимках [2].

Карты аномалий создаются на основе данных, полученных с большого количества сенсоров, а также набора вспомогательных данных за разные промежутки времени [2].

На первом этапе полученные космоснимки предварительно обрабатываются.

Для введения поправок на атмосферу, состояние среды, типа рельефа, положения сенсора проводится атмосферная коррекция с использованием модели переноса излучения.

Радиометрическая калибровка выполняется для преобразования значений пикселей из безразмерных нормализованных значений пикселя в отражательную способность.

Далее проводится классификация пикселей в зависимости от отражательной способности, чтобы выделить основные аномалии, потенциально связанные с просачиванием углеводородов [7].

На рис. 1 представлен космический снимок, на котором выделены аномалии района Восточно-Африканской рифтовой долины, связанные с микропросачиванием углеводородов [5].

Впоследствии карту с нанесёнными на неё аномалиями совмещают с геологической картой, содержащей информацию по осадочному чехлу исследуемой территории.

Создаётся вторая версия карты, являющаяся промежуточным звеном, между исходной картой и конечным продуктом обработки.

Результаты, представленные в работе [5] ясно показывают, что спектральные аномалии, выявленные по космическим снимкам, тесно связаны с известными нефтепромыслами (рис. 2).

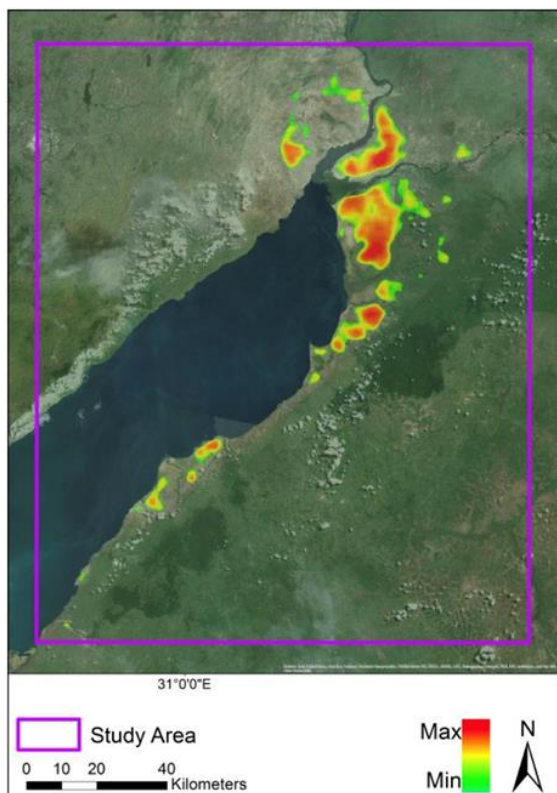


Рис. 1 Карта аномалий, связанных с микропросачиванием углеводородов [5]

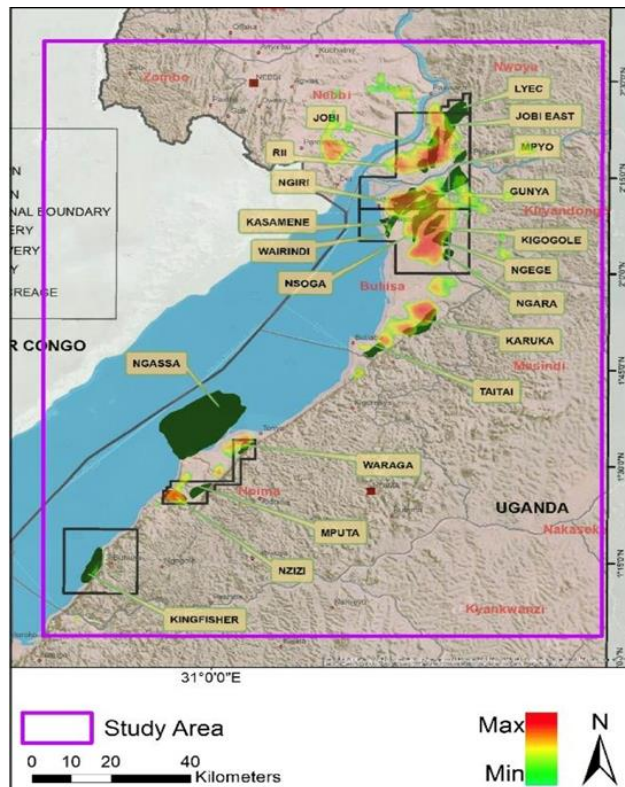


Рис. 2 Итоговая версия карты [7]

На конечную карту наносится рельеф местности, участки для разработки месторождений, а также залежи нефти.

Следовательно, карты микропросачиваний могут использоваться для того, чтобы помочь нефтяной и газовой промышленности минимизировать разведочные риски [4].

Таким образом, спутниковые снимки являются наиболее экономичным методом разведки и изучения нефтеносных районов, доступным сегодня для нефтяных экспертов.

Независимо от того, где находится исследуемый объект.

Литература

1. Коржов Ю.В., Исаев В.И., Жильцова А.А. Проблемы нефтепоисковой геохимии и обобщающая схема миграции углеводородных флюидов // Изв. Томского политехнического университета, 2011. – Т. 318. – №1. – С. 116 – 122.
2. Almeida-Filho R. Remote detection of hydrocarbon microseepage-induced soil alteration // International Journal of Remote Sensing. Taylor & Francis, 2002. – Vol. 23. – P. 3523 – 3524.
3. Ellis J.M., Davis H.H. and Zamudio J.A. Exploring for onshore oil seeps with hyperspectral imaging // Oil & Gas Journal, 2001. – Vol. 99. – P. 49 – 58.
4. Qingjiu T. Study on oil-gas reservoir detecting methods using hyperspectral Remote Sensing // Proceedings of the XXII ISPRS Congress, 2012. – P. 157 – 162.
5. Satellite remote sensing for hydrocarbon exploration in new venture areas/ F. Frassy, P. Maianti, A. Marchesi, F. R. Nodari G., Via D., De Paulis R., Biffi P. G., Gianinetta M. // 2015 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 2015. – P. 2884 – 2887. doi:10.1109/IGARSS.2015.7326417
6. Saunders D.F., Burson K.R. and Thompson C.K. Model for hydrocarbon microseepage and related near-surface alterations // AAPG Bulletin, 1999. – Vol. 83. – P. 170 – 185.
7. Schumacher D. Hydrocarbon-induced alteration of soils and sediments // AAPG Memoir, 1996. – Vol. 66. – P. 71 – 89.
8. Van Der Meer F., Van Dijk P., Van Der Werff H. and Yang H. Remote sensing and petroleum seepage: a review and case study // Terra Nova. – Wiley, 2002. – Vol. 14. – P. 1 – 17.

**ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ, ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И КОЛЛЕКТОРСКИЕ
СВОЙСТВА ПЛАСТА Ю11 КАТЫЛЬГИНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
(ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

Ле Тхи Хонг Ш.

Научный руководитель - доцент Н.М. Недолишко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Объект исследования – отложения пласта Ю₁¹, вскрытого бурением на Катильгинском нефтяном месторождении, которое находится в Каргасокском районе Томской области. В тектоническом плане месторождение приурочено к одноименному куполовидному поднятию в северо-восточной части Каймысовского свода, согласно нефтегазгеологическому районированию, расположено в Каймысовском нефтегазоносном районе Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.

Цель исследований – выявление особенностей строения, состава, пустотного пространства пород-коллекторов и изучение коллекторских свойств продуктивного пласта Ю₁¹.

В геологическом строении месторождения принимают участие дислоцированные породы доюрского комплекса; на их размытой поверхности со стратиграфическим несогласием залегает мощная толща мезозойско-кайнозойского осадочного чехла, представленная терригенными отложениями юрской, меловой, палеогеновой и четвертичной систем. Нефтеносность месторождения связана с прибрежно-морскими и континентальными отложениями надугольной (пласты Ю₁¹, Ю₁²) и межугольной (пласт Ю₁^м) пачек горизонта Ю₁ [1], выделенного в составе верхневазюганской подсвиты (оксфорд). Перекрывается горизонт морскими отложениями георгиевской и баженовской свит кимериджского и волжского яруса, представленными аргиллитами и битуминозными аргиллитами.

Пласт Ю₁¹ залегает в верхней части горизонта, вскрыт всеми скважинами, хорошо выдержан в разрезе и имеет широкое площадное распространение, за исключением северной и северо-восточной частей месторождения, где он глинизируется. Общая толщина пласта меняется от 0,8 м до 8,53 м и увеличивается с северо-востока на юго-запад, достигая максимальных значений в южной части и вдоль западного крыла Катильгинской структуры. Пласт характеризуется высокой песчаностью (среднее значение 80% при изменении от 20 до 100%) и является малорасчлененным.

По литологическим особенностям песчаники пласта Ю₁¹ светло-серые до буровато-серых (нефтенасыщенные), голубовато-серых (карбонатизированные). В кровле пласта залегают песчаники с глауконитом, грязно-зеленовато-серые с пятнистым и неправильным текстурным рисунком, обусловленным линзовидно-гнездовидным распределением глауконита, пирита, фосфата, карбонатного и глинистого материала. Цемент в песчаниках преимущественно глинистый, реже карбонатный.

По гранулометрическому составу песчаники пласта Ю₁¹ преимущественно мелкозернистые, реже средне-мелко- и мелко-среднезернистые, прослоями до среднезернистых, алевритовых и алевритистых. В них крупнозернистая песчаная фракция (0,0-1 мм) встречается в единичных образцах; содержание среднезернистого песчаного (0,25-0,5 мм) материала колеблется от 5 до 20%, мелкопесчаного (0,1-0,25 мм) – от 33 до 73%; алевритового (0,1-0,01 мм) – от 1-3 до 20%; содержание фракции размерностью менее 0,01 мм достигает 13 %. Породы отличаются хорошей и средней сортировкой обломочного материала, значение коэффициента сортировки *S_o*, определенное по П.Д. Траску [3], колеблется от 1,5 до 2,07.

Для песчаников пласта Ю₁¹ характерны (рис.) однородные и слабослоистые текстуры, в которых слоистость проявлена в виде тонких прерывистых и сплошных волнистых, косоволнистых и субгоризонтальных слойков, образованных скоплениями глинистого материала с примесью тонко распыленного растительного детрита.

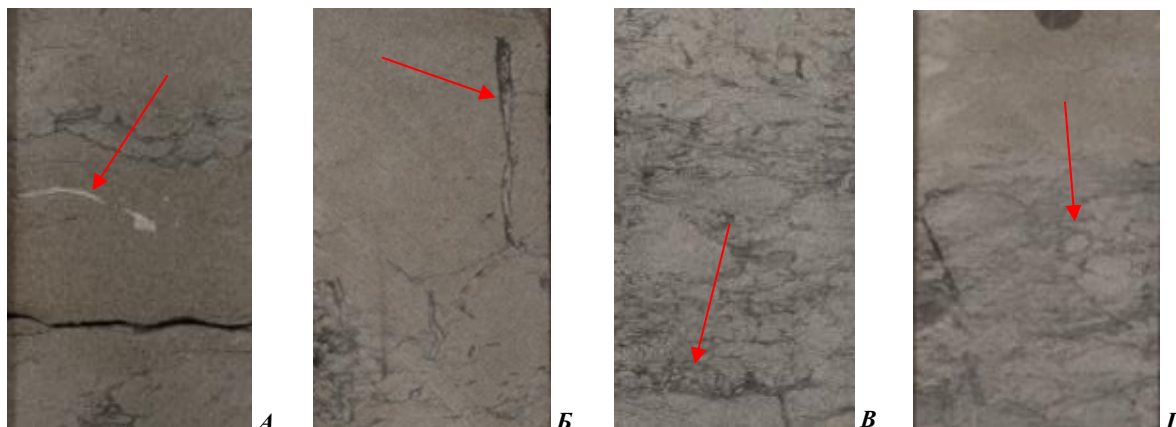


Рис. Створка раковины (А) и следы жизнедеятельности (Б – Г) в песчаниках пласта Ю₁¹ Катильгинского месторождения. Ихнофоссилии: Б – *Skolithos*; В – *Chondrites*; Г – *Asterosoma*

Часто слоистость нарушена следами жизнедеятельности древних морских животных – ихнофоссилиями: следами ползания, зарывания, ходами, норками и др. Степень биотурбации часто весьма значительна, что приводит к исчезновению первичной слоистости. Среди следов жизнедеятельности отмечены ихнофоссилии типа *Skolithos*,

Chondrites, Teichichnus, Asterosoma, Schaucylindrichnus, распространенных в келловей-оксфордских отложениях Западно-Сибирского бассейна [2]. Постоянно в керне присутствует разноразмерный раковинный детрит и створки раковин, сложенных кальцитом, иногда с включениями фосфатного вещества. В кровельной части породы обогащены кальцитом, слагающим карбонатный цемент, в них отмечается примесь глауконита, рассеянная сыпь и микроконкреционные стяжения пирита; пятна, сгустки и примазки фосфатов.

Широкое площадное распространение песчаников по площади и в разрезах скважин и генетические признаки песчаных пород (преобладающий волнистый тип слоистости, раковинный детрит, широко проявленная и разнообразная по типу биотурбация, присутствие растительного детрита) свидетельствуют о мелководно-морском режиме седиментации и о накоплении песчаного материала в пределах прибрежной полосы моря. Песчаный материал осаждался в относительно стабильной обстановке осадконакопления, без частых изменений гидродинамических режимов седиментации. С течением времени происходило углубление бассейна и удаление области осадкообразования от береговой линии, о чем свидетельствует характер вторичной минерализации, проявленной в кровельной части пласта: увеличение карбонатов, пирита и фосфатного материала.

Микроскопическим петрографическим анализом установлено, что в составе породообразующих компонентов песчаных коллекторов преобладает кварц и полевые шпаты (ортоклаз, микроклин, альбит), реже встречаются обломки пород (кварцитов, кремней, эффузивов, пегматитов, сланцев). По соотношению кварца (52,56%); полевых шпатов (30,39%) и обломков пород (17,05%) песчаники относятся к граувакковым аркозам. Второстепенные минералы в них представлены хлоритом и слюдами (мусковитом и биотитом). Цемент глинистый (состоит из неразделенного глинистого материала, каолинита, гидрослюд и хлорита), иногда карбонатный (кальцитовый и сидеритовый), в кровле появляется фосфатный и пиритовый цементы. В составе глинистого цемента, по данным РФА, преобладают каолинит (около 70%) и гидрослюда (20%), меньшая доля (10%) приходится на хлорит, отмечается незначительная примесь смешаннослойных образований.

Коллекторы относятся к поровому типу, по классификации А.А. Ханина, к IV и V классам с пониженной характеристикой по емкости и проницаемости. Пустотное пространство них сформировано межзерновыми порами, внутриззерновыми порами в полевых шпатах и эффузивных, микропорами в каолиновом цементе. Уменьшению первичного порового пространства способствовало уплотнение обломков при катагенезе и пластическая деформация слюд и хлорита, запечатывающих поры между обломочными зернами; регенерация кварцевых зерен; кальцитовая, сидеритовая и пиритовая цементация обломков; в кровле – глауконит и фосфаты.

Нефтяное вещество, отмечается в шлифах в виде бурых пленок и примазок в межзерновых и внутриззерновых порах, на поверхности обломочных зерен и в микропорах каолинового цемента.

Литература

1. Геологическое моделирование горизонта Ю₁ Томской области / под ред. К.Е. Закревского. – Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2016. – 154 с.
2. Ян. П.А, Вакуленко Л.Г. Смена состава ичнфоссилий в келловей-оксфордских отложениях Западно-Сибирского бассейна как отражение цикличности седиментогенеза // Геология и геофизика, 2011. – Т. 52. – № 10. – С. 1517 – 1537.
3. Trask P.D. Origin and environment of source sediments of petroleum. – Houston: Gulf. Publ. Co., 1932. – 281 p.

ТИПИЗАЦИЯ ГОРНЫХ ПОРОД ПАЛЕОЗОЙСКОГО КОМПЛЕКСА КАК ОДИН ИЗ ВАЖНЫХ ЭТАПОВ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ КАЛИНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)

Липихина Е.Ю.¹

Научные руководители: доцент Л.А. Краснощекова¹, главный специалист О.В. Яковенко²

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

²АО «ТомскНИПИнефть», г. Томск, Россия

На сегодняшний день можно наблюдать активный рост объемов поисково-разведочных работ на палеозойские нефтепродуктивные объекты, как в Западной Сибири, так и в других нефтегазоносных провинциях Российской Федерации. Больше всего нефтяных месторождений палеозойского возраста открыто в Томской области. В регионе получен наиболее значительный опыт по поиску и разработке доюрского комплекса в России. Несмотря на это, многие вопросы нефтегазоносности палеозоя остаются не полностью изученными и нерешенными.

Цель данной работы заключается в проведении анализа особенностей геологического моделирования палеозойских карбонатных и трещинных резервуаров на примере Калинового месторождения.

В административном отношении Калиновое нефтегазоконденсатное месторождение расположено в Парабельском районе Томской области, в промышленно-экономическом отношении находится в Пудинском нефтегазоносном районе, который входит в состав Васюганской нефтегазоносной области Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции [3]. На изучаемой площади установлена нефтегазоносность юрского и доюрского комплекса, но объектом исследований в данной работе являются палеозойские толщи.

В палеозойском комплексе выделяют кору выветривания (пласт М) и коренной палеозой (пласт М₁). Породы доюрского комплекса представлены толщей глинисто-кремнистых, глинисто-карбонатных и карбонатных пород девон-карбонного возраста и развитыми по ним в различной степени выветрелыми глинисто-кремнистыми отложениями коры выветривания [2]. Отложения коры выветривания по палеозойским породам распространены почти повсеместно и имеют вторичное происхождение. Характеризуются непостоянным литологическим составом и,

СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

как следствие, невыдержанными по площади фильтрационно-емкостными свойствами. Коллектор пластов М-М₁ имеет сложное строение пустотного пространства, обусловленное процессами образования пород и постседиментационными преобразованиями. Отличительной особенностью пород является их сильная раздробленность многочисленными трещинами, разноориентированными, различными по мощности, морфологии и характеру заполнения.

Очень часто при создании 3Д геологических моделей при моделировании карбонатных и трещинных резервуаров (КиТР) возникают нерешенные проблемы, которые оказывают значительное влияние на рентабельность разведки и разработки месторождений. Основными трудностями при геологическом моделировании являются [1]:

- изменения проницаемости, которая может варьироваться на 3-4 порядка для данной пористости;
- сложность и разнообразие формы пор, многомодальность распределения размеров пор;
- сложная система распределения и взаимоотношения пор, каверн и трещин;
- быстрые и плохо предсказуемые изменения фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) по латерали и вертикали;
- нелинейная связь пористости и проницаемости или ее отсутствие;
- сложность определения литологии и ФЕС в скважинах, проблематичность прогноза литологии и ФЕС в межскважинном пространстве;
- наложение диагенетических (вторичных) процессов;
- сложность архитектуры строения резервуаров (зачастую невозможно уверенно коррелировать пласты, как по данным керна и ГИС, так и по материалам сейсморазведки).

Именно поэтому актуальным является вопрос корректного построения геологической модели с максимально возможным учетом пространственной неоднородности карбонатных и трещинных резервуаров, что является одним из важнейших факторов повышения эффективности технологического и экономического извлечения углеводородов из палеозойских объектов.

При построении 3Д геологической модели КиТР в алгоритм работ необходимо включать дополнительный этап типизации горных пород, который следует перед переносом данных ГИС на ячейки структурного каркаса. Типизация горных пород чрезвычайно важна при распространении в модели свойств коллектора (пористость, проницаемость, водонасыщенность и литология) в тех случаях, когда выделенные литотипы значительно отличаются по этим свойствам. Типизация может выполняться различными методами. Разделяют породы по генезису, составу, текстурно-структурным особенностям, морфологии порового пространства и прочим свойствам в зависимости от имеющихся исходных данных. Важно, чтобы принцип выделения типов пород имел простые и геологически объяснимые закономерности пространственного распределения.

Для палеозойского комплекса Калинового месторождения была построена блоково-разломная модель, при этом пористость и нефтенасыщенность для каждого блока определялись отдельно и варьируются в широких пределах, помимо этого, в каждом блоке заданы разные отметки ВНК, и блоки резко отличаются по значениям эффективных толщин. В результате сбора, анализа и обобщения исходных геолого-геофизических и литологических (описание керна) материалов, с учетом имеющейся блоково-разломной модели было выделено три литотипа пород и построена карта, представленная на рисунке.

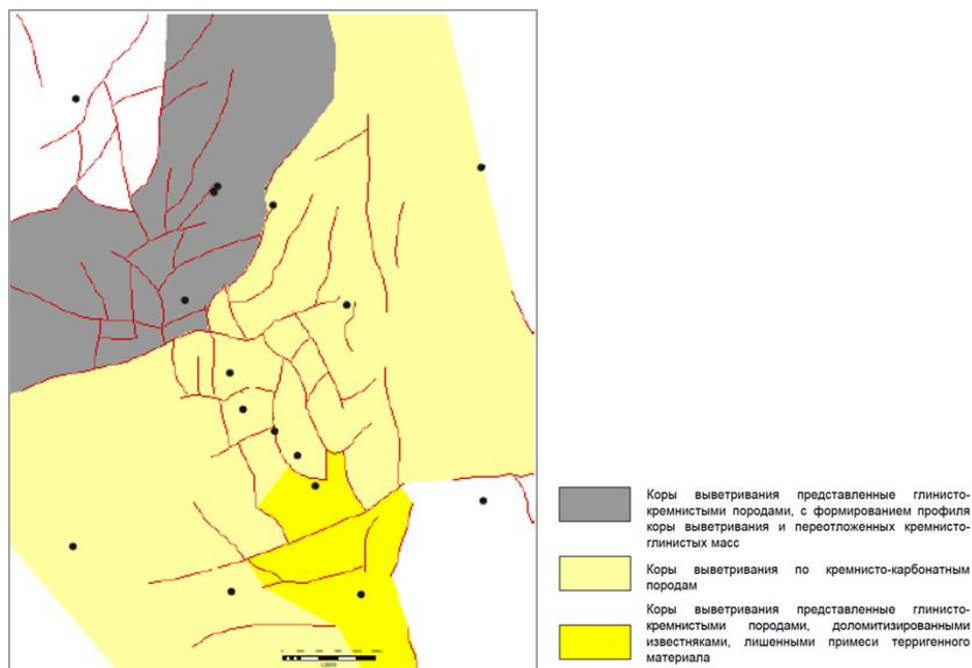


Рис. Карта распределения литотипов горных пород Калинового месторождения

Полученная карта типизации горных пород легла в основу 3Д геологической модели Калинового месторождения. Для детализации модели проводилось осреднение, при этом распространение свойств в межскважинном пространстве осуществлялось не по всему лицензионному участку, а отдельно по каждой выделенной зоне. Таким образом, на основе имеющихся в АО «ТомскНИПИнефть» данных была построена карта литотипов пород Калинового месторождения и введен дополнительный этап в алгоритм геологического моделирования карбонатных и трещинных резервуаров, который позволил повысить достоверность прогноза распространения фильтрационно-емкостных свойств в геологической модели.

Литература

1. Закревский К.Е., Кундин А.С. Особенности геологического 3Д моделирования карбонатных и трещинных резервуаров. – М.: ООО «Белый Ветер», 2016. – 404 с.
2. Нефтегазоперспективные объекты палеозоя Западной Сибири, сейсмогеологические модели эталонных месторождений / В.А. Конторович, Л.М. Калинина, А.Ю. Калинин и др. // Геология нефти и газа, 2018. – №4. – С. 5 – 15.
3. Липихина Е.Ю. Литолого-минералогические особенности девонских нефтепродуктивных отложений Калинового нефтегазоконденсатного месторождения (Томская область): Труды XXIV Международного научного симпозиума студентов и молодых ученых имени академика М.А. Усова, Томск, 2020. – Томск: Изд-во ТПУ, 2020 – Т. 1. – С. 210 – 211.

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ НЕАНТИКЛИНАЛЬНЫХ ЛОВУШЕК НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ГРУШЕВОМ НЕФТЯНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Лобес Д.С.

Научный руководитель - доцент Г.Ф. Ильина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Объектом исследования являются ачимовские отложения нижнемелового комплекса, вскрытые в разрезах скважин Грушевого нефтяного месторождения. Месторождение Грушевое в геологическом отношении имеет весьма интересное строение, чем и привлекает научный интерес.

Отложения представляют собой неструктурные ловушки – «клиноформы», которые на других соседних площадях содержат залежи углеводородов. Нестандартные формы залегания терригенных пород охватывают не весь разрез, а лишь только подошвенную часть отложений неокма (ачимовская пачка).

В административном отношении Грушевое месторождение находится в Каргасокском районе Томской области, в тектоническом плане приурочено к северной части Черемшанского куполовидного поднятия, выделенного в южной части Колтогорского мегапрогиба, а также в непосредственной близости от зоны сочленения Каймысовского свода с Нижневартовским сводом [1].

Основным объектом разработки на данном месторождении являются верхнеюрские отложения васюганской свиты – горизонт Ю₁ (с песчаными пластами Ю₁⁰, Ю₁¹ и Ю₁²), сложенные мелкозернистыми песчаниками с глинистым и глинисто-карбонатным цементом. Высокоперспективные отложения ачимовской пачки пласта Б₁₈ раннемелового возраста также могут стать объектом разработки, так как из этого пласта на близрасположенном Столбовом месторождении был получен приток нефти. Представлена ачимовская пачка песчано-алевролитовыми породами, разделенными прослоями плотных аргиллитов.

Происхождение отложений ачимовской пачки связано с подводными течениями мутьевых потоков, в ходе деятельности которых распределялся и осаждался материал от илового до песчаного состава [2].

Несмотря на активное изучение и разработку нижнемелового комплекса в Западной Сибири, в Томской области особого внимания к этим отложениям не уделялось. Продуктивные верхнеюрские отложения, до настоящего времени являющиеся основным объектом разработки, на многих месторождениях находятся на третьей стадии выработки. Поэтому необходимо изучать новые горизонты, уделять внимание отбору керн в толщах, ранее считавшихся неперспективными.

Целью исследования является изучение клиноформного строения нижнего мела в разрезах 18 пробуренных скважин на Грушевом месторождении и выявление перспективных зон накопления углеводородов. В задачи исследовательской работы входило: выявление закономерностей строения и распространения пластов ачимовской пачки в разрезах скважин Грушевого месторождения.

Для решения поставленных задач проведены работы по составлению карты толщины куломзинской свиты, структурных карт по кровле баженовской и куломзинской свит, а также геологических профилей по скважинам, в разрезе которых наиболее вероятно выявление клиноформного строения пластов.

Построенные в программе Surfer по данным бурения структурные карты по кровле баженовской и куломзинской свит отображают разную рисовку структурных планов (рис. 1 и 2), что говорит о разных палеогеографических условиях формирования осадочных пород в раннемеловое время.

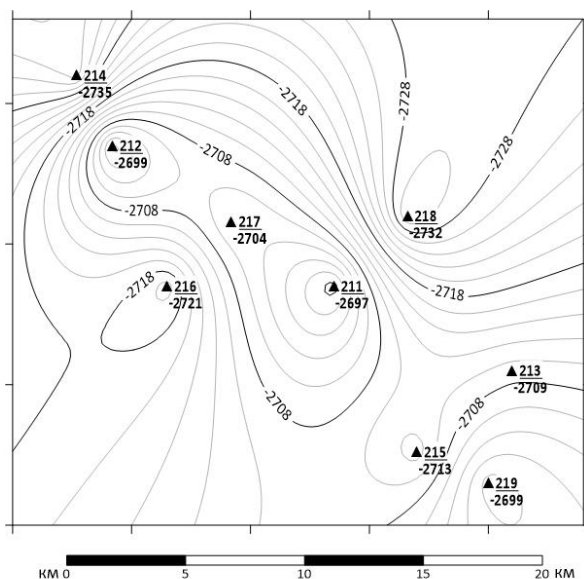


Рис. 1 Структурная карта по кровле баженовской свиты

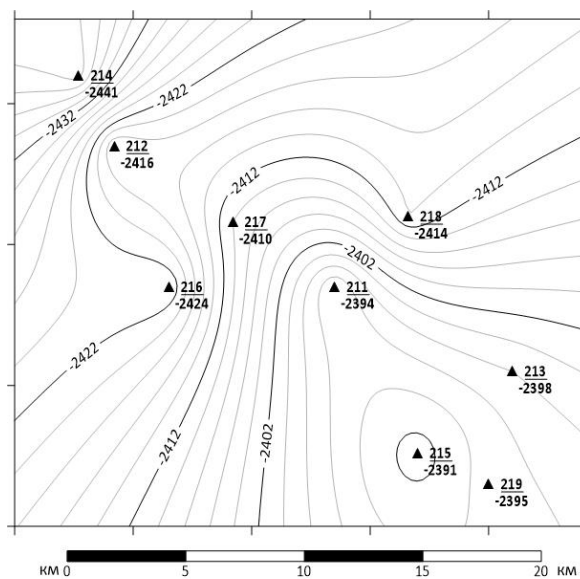


Рис. 2 Структурная карта по кровле куломзинской свиты

С целью уточнения распространения ачимовской пачки на Грушевом месторождении на основе структурных карт построена карта толщины куломзинской свиты. Максимальная толщина куломзинской свиты наблюдается в восточной части площади, в скважине № 215 (толщина 322 м), минимальная – в скважине № 212, где толщина достигает 283 м (рис. 3). Установлено, чем больше толщина свиты, тем больше песчаных пластов она содержит [3]. Так, для Грушевого месторождения максимальная толщина куломзинской свиты связана с нахождением в ее пределах клиноформных песчаных образований ачимовской пачки.

На основе полученных данных по карте толщин куломзинской свиты построены геологические профили по линии скважин 214–212–211–213 и 215–219–213 (рис. 4). Наибольшее количество пропластков и их толщины по данным каротажа наблюдаются в восточной части Грушевого месторождения, что подтверждается геологическим разрезом.

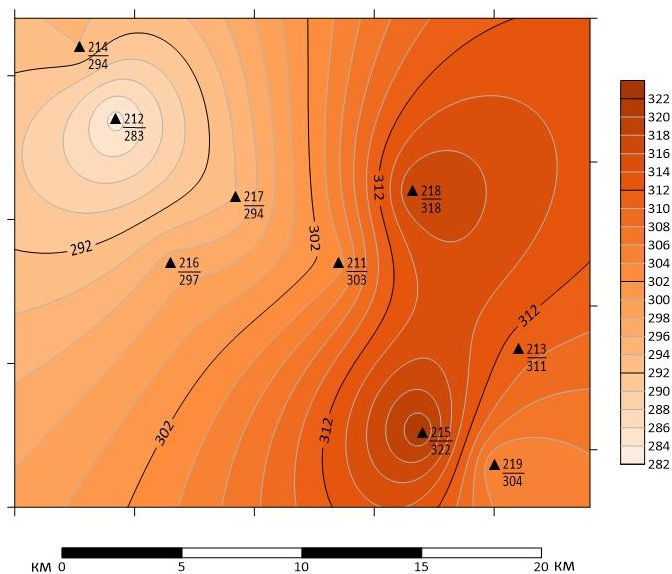


Рис. 3 Карта толщин куломзинской свиты Грушевого месторождения

Клиноформное строение песчаных пластов отмечается в разрезе скважин №№ 213, 215, 219 (рис. 4 и 5). Следовательно, здесь высокая вероятность выявления ловушек, перспективных на нефть и газ.

Таким образом, анализ структурных карт по кровле куломзинской и баженской свит, карты толщин куломзинской свиты, а также геологических профилей показал, что клиноформное строение нижнего мела характерно

для восточной части месторождения, а простираение клиноформ прослеживается в направлении с юго-востока на северо-восток.

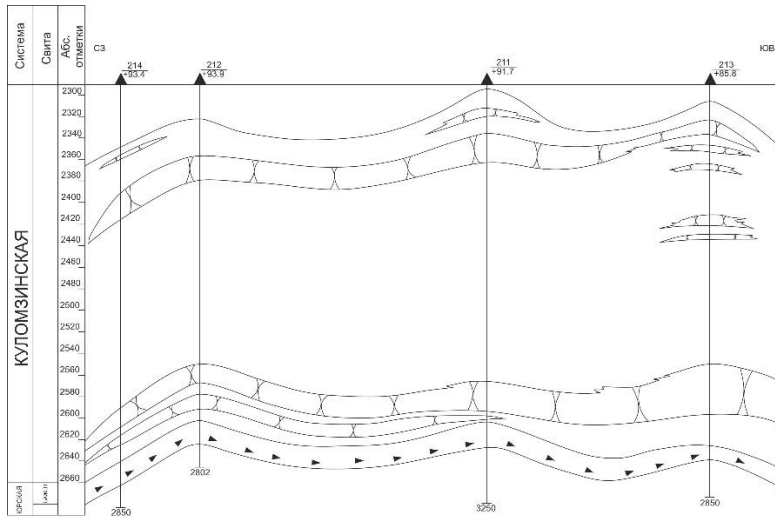


Рис. 4 Геологический профиль по линии скважин 214–212–211–213

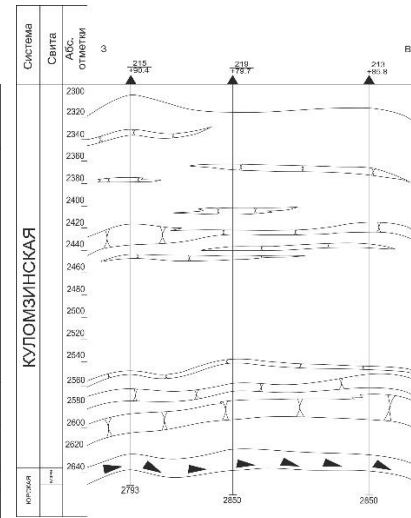


Рис. 5 Геологический профиль по линии скважин 215–219–213

Однако для выявления перспектив восточного участка Грушевого месторождения необходимо производить отбор керн в интервале залегания куломзинской свиты, поскольку одни каротажные диаграммы не способны обеспечить полностью достоверную информацию о геологическом строении исследуемых отложений. В связи с этим для подтверждения распространения пластов-коллекторов клиноформного залегания на восточном участке Грушевой площади рекомендуется заложить проектную поисково-оценочную скважину на половине расстояния между скважинами № 215 и №218.

Литература

1. Даненберг Е.Е., Белозеров В.Б., Брылина Н.А. Геологическое строение и нефтегазоносность верхнеюрско-нижнемеловых отложений юго-востока Западно-Сибирской плиты. – Томск: ТПУ, 2006. – С. 158 – 222.
2. Наумов А.Л., Хафизов Ф.З. Новый вид литологических ловушек в неокомских отложениях Западной Сибири // Геология нефти и газа, 1986. – № 6. – С. 31 – 35
3. Нежданов А.А., Пономарев В.А., Туренков Н.А., Горбунов С.А. Геология и нефтегазоносность ачимовской толщи Западной Сибири. – М.: Изд-во Академии горных наук, 2000. – 247 с.

ХАРАКТЕРИСТИКА НИЖНЕКАЗАНСКИХ НЕФТЕНОСНЫХ ДОЛОМИТОВ ВОСТОЧНОГО БОРТА МЕЛЕКЕССКОЙ ВПАДИНЫ ПО ПЕТРОФИЗИЧЕСКИМ И ГЕОХИМИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Мударисова Р.А.

Научный руководитель - профессор Б.В. Успенский
Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

Расчеты по запасам нефти и газа, предоставленные Счетной палатой России, исходящие из данных отчета по результатам экспертно-аналитического мероприятия «Анализ воспроизводства минерально-сырьевой базы РФ в 2015-2019 годах», показали, что нефть в России «закончится» через 35 лет. Из этих 35 лет добычу нефти на 20 лет удастся растянуть, благодаря трудноизвлекаемой нефти, которая составляет 65%.

Более того, у России уже нет такого потенциала для открытия новых крупных месторождений в нефтеносных провинциях. Поэтому все больше и больше нефтедобывающих предприятий уходит от легких нефтей и ищет новые источники наращивания минерально-сырьевой базы. Подобной базой в республике Татарстан могут служить природные битумы (ПБ) и сверхвязкие нефти (СВН) казанского яруса, которые до сих пор не введены в разработку, в том числе и Горское месторождение СВН.

Горское месторождение СВН приурочено к восточному борту Мелекесской впадины. Продуктивными на месторождении являются карбонатные породы нижнеказанского подъяруса (камышлинского горизонта), который слагается, главным образом, доломитами реликтово-органогенными, оолитовыми, нередко кавернозными. Из органических остатков в них встречаются частые раковины брахиопод, мшанок, водорослей. В нижней части горизонта доломиты более плотные, бедные органическими остатками, трещиноватые, загипсованные, иногда глинистые.

Метод исследования.

Метод электронно-парамагнитного резонанса (ЭПР) основан на резонансном поглощении сверхвысокочастотной энергии переменного поля парамагнитным веществом, находящимся в сильном постоянном

СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

магнитном поле. ЭПР наблюдается в системах с некомпенсированными магнитными моментами (парамагнитные ионы, свободные радикалы), с наличием неспаренных электронов.

Методика выполнения работ методом ЭПР: образцы kernового материала, согласно [2] «измельчались, в агатовой ступке, далее измельченные пробы с размером частиц <0,05 мм и массой от 20 до 100 мг в стандартной кварцевой ампуле помещались в установку-спектрометр EPR Spectrometer CMS 8400 при частоте 9,4 ГГц с амплитудой развертки $H = 50$ мТл, с центром поля 330 мТл. В качестве внутреннего эталона выбран сигнал ЭПР ионов хрома Cr^{+3} в монокристалле корунда Al_2O_3 . Спектры ЭПР изучались при комнатной температуре». Спектры ЭПР регистрировались с помощью программы Commander.

Парамагнитные центры (ПЦ) пород представляют собой своеобразные парамагнитные метки (ПМ). Это сигналы ЭПР ионов марганца Mn^{2+} , железа Fe^{3+} , Fe^{2+} , хрома Cr^{2+} , свинца Pb^{2+} в кристаллах кальцита и доломита, электронно-дырочные центры (ЭДЦ) этих минералов: ион-радикалы SO_3^- , SO_2^- , PO_2^- и радиационные E' -центры породообразующего кварца; углеродные радикалы C_{950} , C_{600} , C_{350} . ПЦ отражают состав сульфатной, терригенной (кварцевой) составляющих, ожелезненность. Фиксируются диагностические признаки, используемые при реконструкции обстановок осадконакопления. ПЦ отражают условия и среду формирования минералов, степень деградации сингенетического органического вещества (ОВ) пород, отражающие различные стадии катагенетического преобразования породы.

Объединение результатов ЭПР с магнитными данными горных пород позволяет идентифицировать диагенетические события, которые могли произойти после отложения горных пород. Ранее метод ЭПР, применяемый для изучения карбонатов, описывался в многих работах [1, 2, 3, 4].

Для исследования методом электронно-парамагнитного резонанса (ЭПР) и фильтрационно-емкостных свойств выбраны 40 до/после экстракции образцов kernового материала из скважины №8001 с отбором 0,5–1,5 м из продуктивных отложений.

Результаты и обсуждения

В образце известняка при комнатной температуре 23 °С в диапазоне магнитного поля 269-399 мТл, (диапазон 130 мТл, центр развертки 334 мТл) на частоте $\nu=9,4$ ГГц наблюдается спектр ЭПР Mn^{2+} в кальците и магнезите, состоящий из шести интенсивных линий сверхтонкой структуры ($I=5/2$) электронного спинового перехода ($-1/2 -1/2$) и 10 слабыми линиями. Первые строки относятся к разрешенным переходам (со сверхтонким расщеплением Mn^{2+} $a_0=9,34$ мТл и изотропным $g=2,003$, равным для всех выборок в пределах диапазона ошибок), а остальные строки соответствуют запрещенным переходам между уровнями, разделенными сверхтонким взаимодействием между электронным и ядерным спином Mn^{2+} .

В доломитах наблюдается более сложный спектр ЭПР Mn^{2+} (диапазон 130 мТл, центр развертки 334 мТл, частота $\nu=9,4$ ГГц) за счет суперпозиции двух спектров Mn^{2+} в позициях кальция Ca^{2+} (358,5 мТл) и большей анизотропии спектра $Mn^{2+} \rightarrow$ в позиции Mg^{2+} (356,6 мТл).

Величина α является мерой относительной заселенности позиции Ca^{2+} и Mg^{2+} примесными ионами Mn^{2+} в доломите и имеет эмпирическую формулу:

$$\alpha = 15 \cdot I(Mg^{2+}) / I(Ca^{2+}), \text{ где } I - \text{интенсивность } Mn^{2+} \text{ в позиции } Mg^{2+}/Ca^{2+}.$$

Величина α имеет обратную зависимость от степени теплового воздействия и интенсивности гидротермальных изменений пород. Если значение $\alpha \leq 2$, температурная обстановка была невысокой и образование доломитов шло вместе с гипсами и ангидритами.

По спектрам ЭПР в карбонатных породах камышлинского горизонта установлена доминирующая доломитовая минерализация всего разреза. Происхождение доломита является спорным вопросом, отчасти из-за сложности его синтеза при температуре окружающей среды. Узкие линии спектра ЭПР (до 0,3 мТл) и низкое содержание Mn^{2+} указывают на преимущественно морские условия осадконакопления [1, 2].

Распределение Mn^{2+} по Ca- и Mg-позициям в доломитах с включениями ангидритов можно увязать с фациальными условиями их формирования и со скоростями их кристаллизации – чем больше эти скорости, тем менее упорядоченным образуется доломит, и ионы Mn^{2+} не успевают занять наиболее предпочтительные позиции Mg^{2+} в кристаллической решетке. При вторичном изменении сульфатов доломит, как более консервативный минерал, может помнить условия седиментации, записанные в его микропримесном составе.

По ЭПР можно наблюдать более четкую дифференциацию разреза камышлинского горизонта. Основным маркером расчленения разреза, в большей степени, явился параметр α , в меньшей – распределение парамагнитных центров Mn^{2+} и ион-радикалов SO_2^- , SO_3^- и *Rorg* в кристаллах доломитов (рис.).

Лабораторные анализы битумонасыщенности показали дифференцированную концентрацию СВН в скважине №8001. Выделяются даже участки с концентрацией битума менее 1% по весу.

При этом эти участки обладают хорошими коллекторскими свойствами: коэффициент открытой пористости 5-20 %, проницаемости – до 500 мД).

Среднее значение открытой пористости в скважине №8001 – 12,73%, проницаемости – 160,1 мД, битумонасыщенности весовой – 2,24, эффективной – 47,35%.

Характер изменения содержания парамагнитных меток в скважине №8001 и исследование ФЭС, позволяют уточнить неоднородность строения карбонатных пород-коллекторов, обусловленную влиянием не только минералогических фаз, но и типов пустотного пространства.

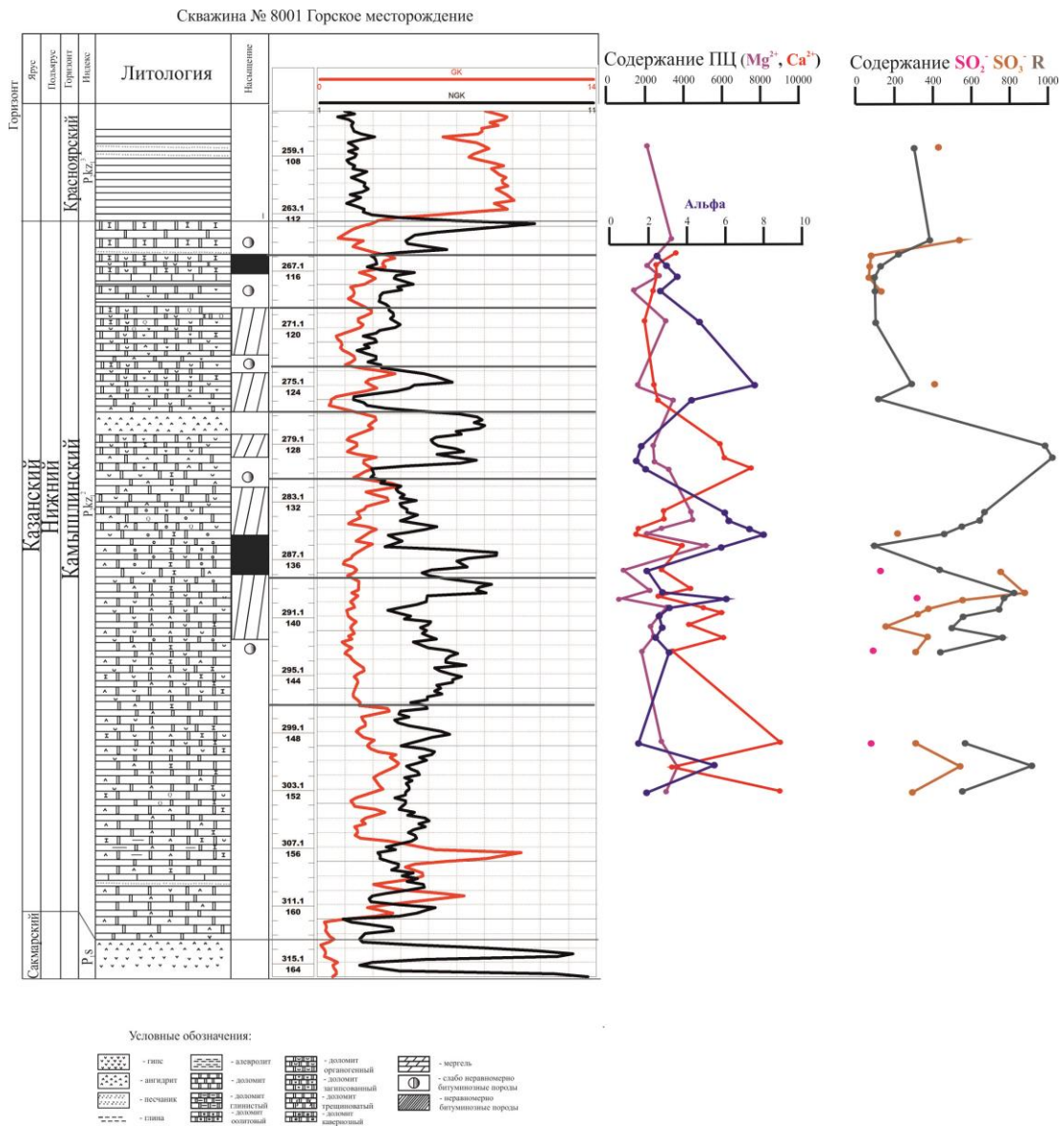


Рис. Распределение величины α , ПЦ (Mn^{2+}), ион-радикалов SO_2 -, SO_3 - и R_{org} в разрезе скважины №8001

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-35-90060.

Литература

1. Литолого-фациальные особенности нижнеказанских отложений по данным ЭПР опорного разреза / Э.И. Фахрутдинов, Н.Г. Нургалиева, Н.М. Хасанова, В.В. Силантьев // Ученые записки Казанского университета, 2015. – Т. 157. – С. 87 – 101.
2. Нургалиева Н.Г., Аникина Е.А., Хасанова Н.М. Строение турнейских нефтеносных известняков южного склона Южно-Татарского свода по данным петрофизических и геохимических исследований // Нефтяное хозяйство, 2017. – № 2. – С. 46 – 48.
3. Lloyd R.V., Morie C.S., Lumsden D.N. ESR-determined manganese partitioning ratios in dolomite synthesized at 180° and 250°C // Chemical Geology, 1993. – Vol. 105. – P. 253 – 257.
4. EPR stratigraphy applied to the study of two marine sedimentary sections in southwestern Venezuela / A.M. Otamendia, M. Diaz, V. Costanzo-Álvarez, M. Aldana, A. Pilloud // Physics of the Earth and Planetary Interiors, 2006. – Vol. 154. – P. 243 – 254.

**УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПЕСЧАНЫХ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ ПРОДУКТИВНОГО
ПЛАСТА ТП₂₂ МЕСТОРОЖДЕНИЯ N (ЯНАО)**

Муэба П., Недолилко Н.М.

Научный руководитель - доцент Н.М. Недолилко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Объектом исследования послужили терригенные отложения пласта ТП₂₂ таношчинской свиты месторождения N (ЯНАО).

Актуальность исследований заключается в литологической неоднородности и фациальной изменчивости пласта ТП₂₂ и его продуктивности.

Цель работы – выяснение условий формирования нижнемеловых отложений на северо-востоке полуострова Ямал на основе генетических признаков по керну и гранулометрическим данным.

Задачи:

1 – выявление генетических признаков пород по керну;

2 – обработка гранулометрических данных и расчет гранулометрических коэффициентов;

3 – выяснение условий формирования отложений пласта ТП₂₂ с использованием генетических диаграмм Г.Ф. Рожкова и Л.Б. Рухина.

Исходные данные: результаты гранулометрического анализа песчаников (45 образцов), проведенного методом лазерной дифракции.

Месторождение N находится на северо-востоке полуострова Ямал, согласно нефтегазогеологическому районированию расположено Ямальской НГО и входит в состав Тамбейской группы месторождений. Месторождение многопластовое, газоконденсатное. Основные перспективы связываются с 3 терригенными нефтегазоносными комплексами: альб-сеноманским, аптским, неокомским. Пласт ТП₂₂ имеет готеривский возраст, выделен в нижней части таношчинской свиты неокома, по результатам испытаний – газonosный.

Пласт вскрыт всеми скважинами, выдержан по толщине и хорошо прослеживается по площади месторождения. В разрезе он выделяется достаточно хорошо, т.к. подстилается глубоководными морскими отложениями арктической пачки и перекрывается глинистыми отложениями, содержащими прослой угля. Литологически пласт представлен песчаниками мелкозернистыми, участками средне-мелкозернистыми однородными и с редкой прерывистой, иногда сплошной волнистой, косоволнистой, косой разно- и однонаправленной слоистостью, обусловленной намывами углефицированного растительного детрита и глинистого материала, а в верхней части пласта – с послонным распределением тонкораспыленного сидерита в ассоциации с глинистым материалом и растительным детритом. Слоистость участками взмучена, размыва, нарушена следами донных животных. Исходя из генетических признаков (состав пород, тип слоистости, следы жизнедеятельности, присутствие сидерита и растительного детрита) и направленности изменения литологического состава (от морских глин до глин с прослоями угля), формирование осадков осуществлялось в прибрежной полосе моря на фоне обмеления бассейна седиментации, обусловленного регрессией моря [1].

Согласно гранулометрическим данным, песчаные фракции в породах пласта ТП₂₂ составляют 63,94-86,32 %; алевритовые – 7,85-19,95 %; глинистые – 5,57-14,2% (в кровле возрастают до 20,79 %); крупнозернистая песчаная фракция (размером 0,5-1,0 мм) в породах практически отсутствует, лишь в отдельных образцах достигает 0,13-2,11 %; содержание среднеспесчаной фракции (размером от 0,25 до 0,5 мм) колеблется от 0,17 до 24,81 %, при содержании мелкопесчаной (размером 0,1-0,25 мм) фракции, варьирующей от 5,08 до 79,94%.

Методом построения кумулятивных кривых и математической статистики были определены значения максимального статистического размера обломков (меняется от 1,14 до 1,33 мм) и их медианный диаметр (колеблется от 0,18 до 0,24 мм); рассчитаны коэффициенты сортировки (по П. Траску), асимметрия и эксцесс. Гранулометрическая сортировка обломочного материала изменяется от хорошей (коэффициент сортировки S_o от 1,2 до 1,5) до средней (S_o от 1,6 до 2), присущей большинству образцов, и плохой (2 образца), при которой $S_o = 3-4$. Различие в отсортированности осадка выразилось в разном наклоне кумулятивных кривых (рис. 1): у более отсортированных осадков кумулятивные кривые более крутые, чем у осадков со средней и низкой степенью сортировки.

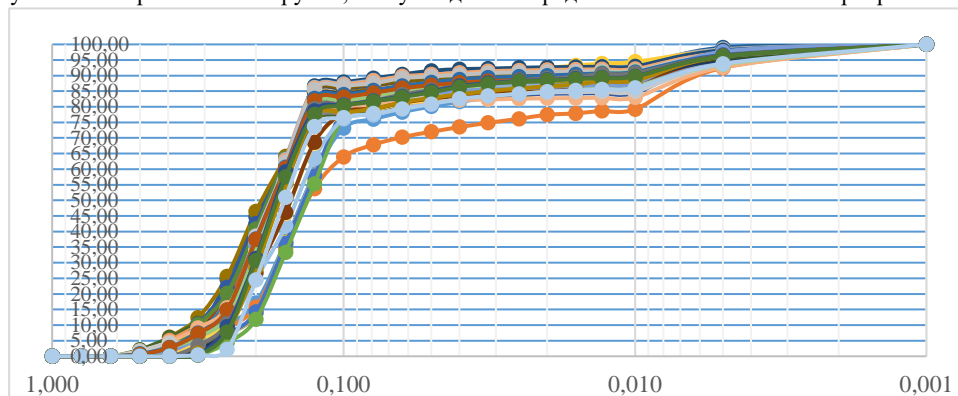


Рис. 1 Кумулятивные кривые (выборка отдельных образцов) песчаников пласта ТП₂₂ месторождения N: у – содержание фракций (%); x – размеры обломков (мм)

Регрессивный характер осадконакопления отложений пласта ТП₂₂ прослеживается и в закономерном изменении гранулометрического состава пород: снизу-вверх по разрезу размеры зерен в песчаниках увеличиваются, а их сортировка ухудшается. В самой кровле пласта, где в породах возрастает содержание растительного детрита и сидерита, эта закономерность нарушается: зернистость обломочного материала резко уменьшается, отсортированность так же резко возрастает (рис. 2).

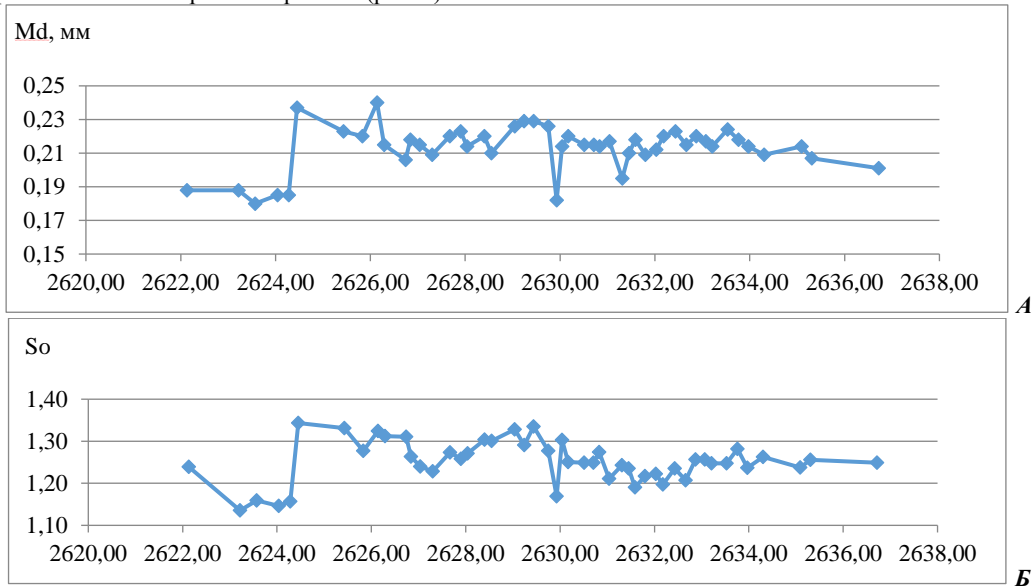


Рис. 2 Изменение медианных диаметров обломков (А) и отсортированности (Б) в песчаниках пласта ТП₂₂ месторождения N с глубиной

Исходя из положения фигуративных точек в поле VIII динамогенетической диаграммы Рожкова (рис. 3), условия осадконакопления можно связать с выходом волн на мелководье, мощным накатом волн, где в прибрежной полосе моря привнесенный обломочный подвергался перемыву, пересортировывался и неоднократно переотлагался под действием штормовых и волноприбойных волн. При этом интенсивность привноса была значительно ниже, чем интенсивность волновой переработки, что отражено в положительных значениях эксцесса [4].

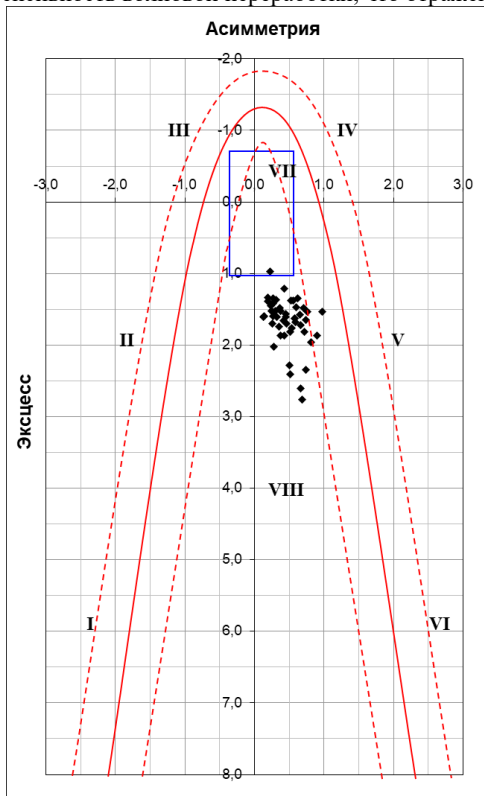
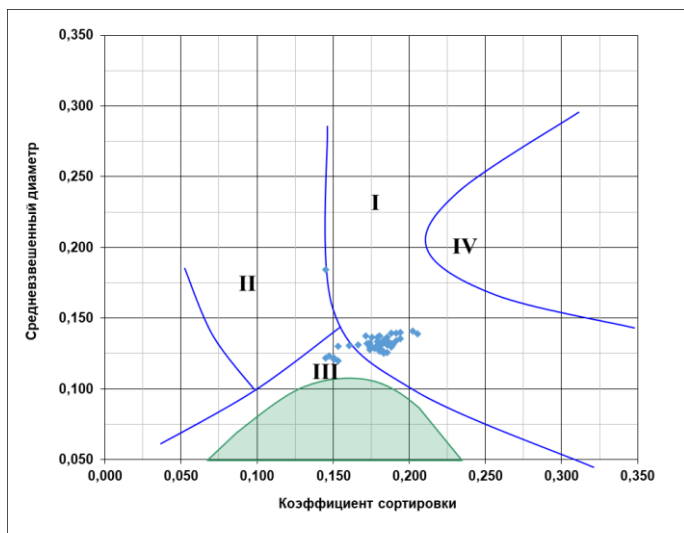


Рис. 3 Положение фигуративных точек асимметрия - эксцесс песчаников пласта ТП₂₂ на динамогенетической диаграмме Г.Ф. Рожкова [2]

Поля: I – застойные условия седиментации на дне акваторий различных глубин – морские фацции. II – донные течения или мутьевые потоки – морские фацции; гидромеханическое или физическое разрушение магматических пород, эрозия горных пород морского происхождения – континентальные фацции областей сноса, коры выветривания. III – слабые, преимущественно речные течения – континентальные речные фацции. IV – сильные речные или вдольбереговые течения – континентальные речные или прибрежно-морские фацции. V – выход волн на мелководье, сильные вдольбереговые течения, накат волн – прибрежно-морские фацции, континентальная микрофацция пляжей больших равнинных рек. VI – выход волн на мелководье, сильный накат волн – верхняя половина участка, эоловая обработка песков морских пляжей – нижняя половина участка (микрофацция береговых дюн); в целом, – фацция побережья акваторий вблизи береговой черты. VII – эоловая переработка речных осадков – верхняя половина прямоугольника – континентальная фацция пустынь (континентальные дюны); нижняя правая четверть прямоугольника – волновые процессы на мелководье, нейтральная полоса побережья, – прибрежно-морская фацция. VIII – выход волн на мелководье, мощный накат-прибой, скорость динамической пересортировки превышает скорость привноса обломочного материала – прибрежная фацция огромных открытых акваторий.

Вероятно, транспортировка аккумулярованного материала осуществлялась как под действием наката волн, перемещающих терригенные осадки из береговой зоны, так и посредством вдольбереговых течений. Этот вывод сделан на основании сочетания волнистой и косой параллельной слоистости, проявленной в керне, отражающих волновой и потоковый режим водной среды, транспортирующей обломочный материал.

Это предположение находит подтверждение на генетической диаграмме Л.Б. Рухина (рис. 4), где фигуративные точки попадают в поле песков, накопившихся как при поступательном (поле I), так и при колебательном (поле III) характере движения воды. С генетической точки зрения, исходя из распределения точек на диаграмме, накопление песков пласта ТП₂₂ осуществлялось в условиях морских течений и на дне моря при колебательных движениях воды.



Поля:
I – песков, отложенных при поступательном движении воды (пески рек и течений);
II – песков, отложенных при сильных колебательных движениях воды (пески пляжей морских, озерных и речных);
III – песков, накопившихся на дне морей и других бассейнов при слабых колебательных движениях воды;
IV – песков эоловых

Рис. 4 Распределение фигуративных точек пласта ТП₂₂ на генетической диаграмме Л.Б. Рухина [3]

Таким образом, на основании текстурно-структурных особенностей пород и данных гранулометрического анализа установлен прибрежно-морской генезис осадков пласта ТП₂₂ месторождения N.

Литература

1. Недоливко Н.М. Исследование керна нефтегазовых скважин: практикум. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2018. – 137 с.
2. Рожков Г.Ф. Коэффициенты асимметрии и вариации гранулометрического состава осадков – индикаторы микрофациальных условий седиментации // Литология и полезные ископаемые, 1976. – № 6. – С. 137 – 150.
3. Рухин Л.Б. Основы литологии. Учение об осадочных породах. – Л.: Недра, 1969. – 740 с.

ЗА ГРАНЬЮ ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА. ЭФФЕКТИВНЫЙ ПОДХОД К ВОВЛЕЧЕНИЮ ЗАПАСОВ ФУНДАМЕНТА В РАЗРАБОТКУ

Набокин И.Р.

Научный руководитель - профессор О.С. Чернова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На данный момент отмечается тенденция истощения ресурсной базы нефтяных компаний мира, более острой становится задача ее восполнения. Геологоразведочные работы, направленные на решение данной проблемы, требуют колоссальных инвестиций, временной лаг между подтверждением продуктивности найденного объекта и началом его разработки может достигать нескольких лет, кроме того, необходимо формирование программы по доизучению, развитие инфраструктуры для сбора и транспортировки добытой нефти. При этом вовлечение уже найденных, но еще полномасштабно не разрабатываемых резервуаров, на месторождениях, находящихся на стадии промышленной эксплуатации, является более экономически привлекательной стратегией, нежели поиск и разведка новых: возможно использовать существующую инфраструктуру, доизучение объектов возможно производить при так называемой доразведке при эксплуатационном бурении (далее ЭБ).

Перспективность запасов фундамента заключается в высокой продуктивности разреза относительно стандартных объектов. На текущий момент вся добыча нефти одного из месторождений Западной Сибири из фундамента происходит из нескольких наклонно-направленных скважин. И все же что останавливает геологов от полномасштабного разбуривания фундамента?

Отсутствие полномасштабной разработки на текущий момент можно объяснить достаточно сложным геологическим строением:

- породы фундамента имеют гетерогенный вещественный состав, многообразие которых включает:

- магматические породы кислого состава, продукты их метаморфизма;
- метаосадочные породы;
- микросланцы и их тектонические брекчии;
- метасоматические породы хлорит-серцит-карбонатного состава;
- резервуар имеет нетрадиционную архитектуру: фильтрация флюида происходит по высокопроводящим трещинам, при этом матрица горной породы не проницаема;
- породы фундамента имеют возраст от среднего палеозоя до триаса [1] и объединены в доюрский комплекс (далее ДЮК).

Представленная выше характеристика ДЮК приводит к следующим проблемам эксплуатационного бурения: если за историю эксплуатационного бурения на стандартные объекты одного из месторождений Западной Сибири было сформировано дерево решений проекта бурения (рис. 1), позволяющих эффективно вовлекать запасы в разработку, то для фундамента существовало только дерево неопределенностей (рис. 2).

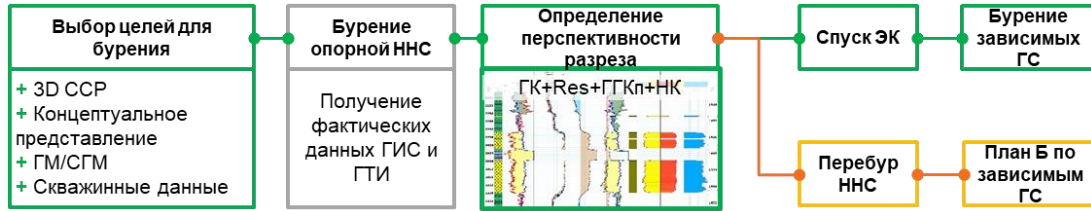


Рис. 1 Дерево решений проекта бурения на объекты ВК1.3 и ЮК2.9

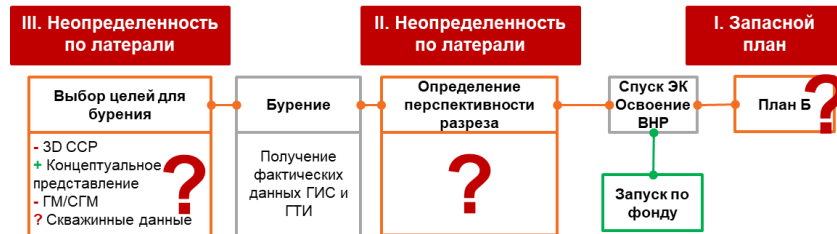


Рис. 2 Дерево неопределенностей проекта бурения на фундамент

Таким образом, перед геологами предстали 3 вызова эффективного бурения на фундамент:

- разработка плана Б по скважинам, пробуренным на фундамент;
- неопределенность по латерали;
- неопределенность по вертикали.

Начать путешествие за грань осадочного чехла было решено с формирования запасного плана, реализуемого при неподтверждении перспектив по фундаменту. Диверсификация рисков бурения на ДЮК производится за счет вышележащего объекта: при планировании профилей ННС на ДЮК транзитная точка на вышележащем объекте предусматривается таким образом, чтобы существовала возможность перевести скважину (в добычу/нагнетание) на вышележащий объект с сохранением системы разработки с сопоставимыми плановыми запускными показателями.

Вызов неопределенности по латерали принят путем формирования критериев перспективности целей для бурения с помощью детального анализа сейсмогеологических данных. Этапы работ с критериями, а также ретроспективный анализ уже пробуренных скважин приведены на рис. 3.

№ скв.	Покрышка	Нефтематеринские породы	Пути миграции нефти	Коллектор				Ловушка	
				Сокращённая мощность кислого комплекса	Разуплотнение по данным гравиразведки, магниторазведки и сейсморазведки	Атрибутный анализ данных сейсморазведки	Волновая картина на сейсмических разрезах	Прогноз состава пород ДЮК	Морфология кровли ДЮК
	Баженовская свита	Баженовская свита							
	Баженовская свита	Баженовская свита							
	Запускной Qн, т/сут	Максимальный Qн, т/сут	- -	- -	- -	- -	- -	- -	+1
1	0	0.3							
2	0	1.4							
3	11.4	21.5							
4	11.4	13.1							
5	0	3.6							-
6	27.8	74							+

Рис. 3 Критерии определения перспективности целей

Обращая внимание на соответствие критериям по уже рассмотренным скважинам 5 и 6, отмечается, что скважина 5 не полностью соответствует критерию «Морфология кровли ДЮК». Вероятно, именно поэтому скважина оказалась «сухой».

Для преодоления вызова №3 – неопределенность по вертикали – предлагается включить в расширенный комплекс ГИС такие методы как электрические микроимиджеры, при этом для подтверждения их работоспособности необходимо проводить запись профиля приемистости либо профиля притока.

Таким образом, имея очень сложное геологическое строение фундамента, с соответствующими проблемами вовлечения запасов ДЮК в разработку – планирование целей для бурения (неопределенность по латерали) и расчленение разреза для принятия решения по спуску Э/К и ИП (неопределенность по вертикали) – подобраны и успешно внедрены ключи, для разрешения данных проблем:

- Детальный анализ данных 3Д сейсморазведочных работ,
- Диверсификация рисков между объектами разработки,
- Применение электрических микроимиджеров в совокупности с записью профиля приемистости либо профиля притока.

Литература

1. Жеро О.Г. Тектоника доюрского фундамента Западно-Сибирской плиты в связи с нефтегазоносностью палеозоя и триас-юрских отложений: диссертация на соискание уч. степ. доктора геол.-минерал. наук, г. Новосибирск, 1984. – 494 с.

ПРИМЕНЕНИЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ АТРИБУТОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ТРЕЩИНОВАТОСТИ ПАЛЕОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НЮРОЛЬСКОЙ ВПАДИНЫ

Новак М.В., Шакиров Е.М.

Научный руководитель - инженер-исследователь А.А. Волкова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В последние годы нефтегазовая отрасль сталкивается с ситуацией, когда запасы углеводородов в песчаных коллекторах стремительно снижаются. На фоне этого все большее значение приобретают коллекторы карбонатные, которые характеризуются преобладанием пустотного пространства трещинного типа. При этом перспективы выявления трещиноватых зон во многом связаны с сейсмическими исследованиями, которые позволяют получить трехмерное изображение изучаемого объекта. Особо стоит выделить использование сейсмических атрибутов, которые можно применять на любых сейсмических изображениях, причем не тратя на это дополнительные ресурсы, так как атрибуты представляют собой результаты математических операций, производимых над данными сейсморазведки [3].

В работе рассматривается территория двух месторождений, находящихся в палеозойских (доюрских) отложениях Нюрольской впадины (Томская область), то есть в фундаменте Западно-Сибирской платформы. Отложения характеризуются пространственной неоднородностью, различным составом горных пород. Особо значимыми коллекторскими свойствами при этом могут обладать карбонатные породы, которые в данном случае представлены в основном доломитизированными известняками [1].

Исходными данными являлись сейсмический куб, а также материалы ГИС (каротаж) шести пробуренных на территории скважин. Каротажные данные были заранее проинтерпретированы, использовались готовые результаты.

Методика применения сейсмических атрибутов для анализа трещиноватости состояла в выборе используемых атрибутов, их расчете в программном комплексе Petrel, сравнении полученных данных с данными каротажа и анализе результатов.

На основании источников [1, 2, 3, 4, 5] были выбраны следующие объемные атрибуты: контраст амплитуд (Amplitude Contrast), затухание по времени (T^* Attenuation), хаос (Chaos), максимальная объемная кривизна (3D Maximum Curvature), минимальная объемная кривизна (3D Minimum Curvature), максимально положительная объемная кривизна (3D Most Positive Curvature), максимально отрицательная объемная кривизна (3D Most Negative Curvature), мгновенная частота (Instantaneous Frequency), мгновенный фактор качества (Instantaneous Quality) и дисперсия (Variance), а также запатентованный компанией Schlumberger Ant-Tracking, который накладывался на другие атрибуты.

Для получения изображения в плане были использованы поверхностные атрибуты извлечения значения (Extract Value) и среднеквадратической амплитуды (RMS Amplitude), накладываемые на объемные атрибуты по поверхности кровли палеозойских отложений.

В результате расчета объемных атрибутов получаем кубы атрибутов. При расчете поверхностных атрибутов получаем поверхности атрибутов. Значение атрибута в каждой точке выражается различным цветом. Заметим, что расчет сейсмических атрибутов (особенно объемных) требует довольно высоких вычислительных мощностей, занимает достаточно долгое время (от минут до нескольких часов).

На рисунке представлен получившийся куб одного из атрибутов, а именно максимальной объемной кривизны, на который был наложен атрибут Ant-Tracking. Значения выведены с помощью поверхностного атрибута среднеквадратической амплитуды (см. рис.). Также на рисунке обозначен масштаб и стрелка ориентации модели в пространстве. Присутствует легенда, на которой фиолетовым цветом обозначены минимальные значения атрибута (и плотности трещин) и красным цветом обозначены максимальные значения атрибута (и плотности трещин). Заметно выделяются области повышенной плотности трещин.

После расчета атрибутов в программном комплексе Petrel полученные данные были сравнены с данными FMI (азимутальный электрический микроимиджер) каротажей. Наиболее релевантными признаками являлись плотность трещин и их количество.

Важно заметить, что количество скважин и, соответственно, данных достаточно мало. Для получения более достоверных результатов необходимо провести подобные работы, но на площадях с большим количеством скважин.

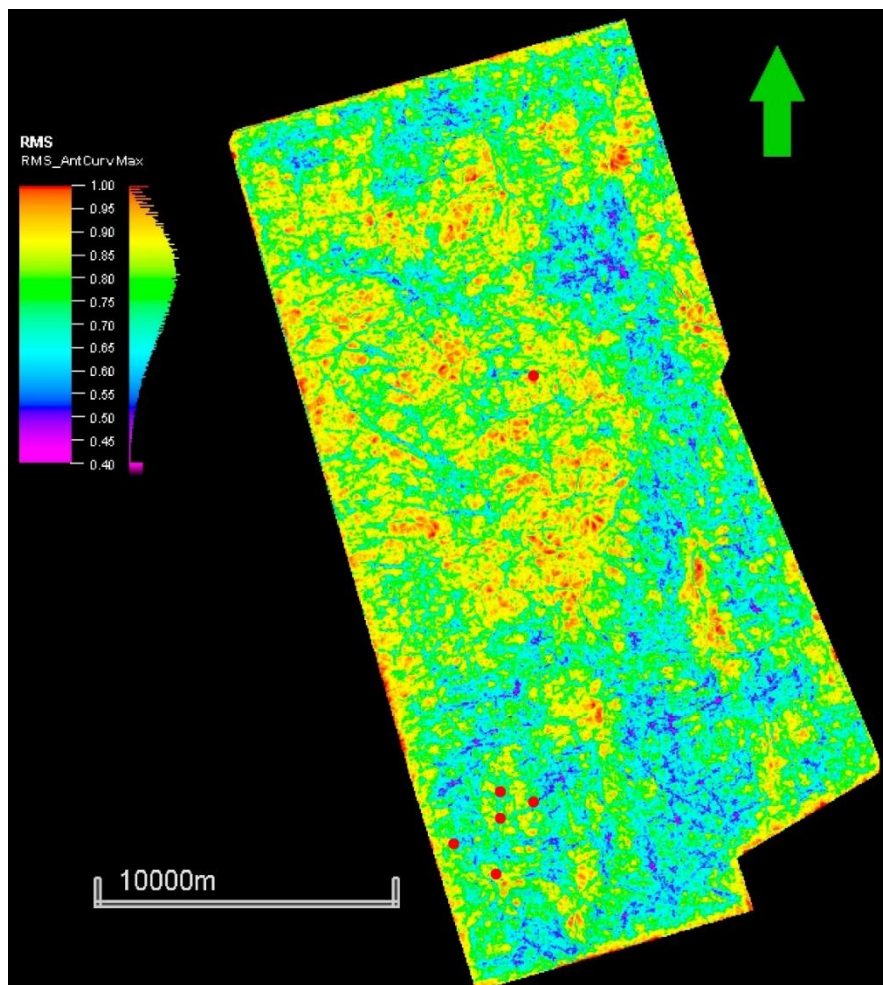


Рис. Куб атрибута Ant-Tracking, наложенный на куб атрибута максимальной объемной кривизны с использованием атрибута среднеквадратической амплитуды. Красными точками обозначены скважины

Таким образом, наибольшую сходимость результатов показало семейство атрибутов объемной кривизны, а также атрибут дисперсии. Еще лучше данные атрибуты работали, если на них накладывался атрибут Ant-Tracking, что позволяло видеть более наглядные результаты. Оба поверхностных атрибута показали хорошие результаты, но атрибут среднеквадратической амплитуды оказался более наглядным. Можно также сказать, что данный подход может быть применен и на других территориях.

Литература

1. Волкова А.А., Меркулов В.П. Применение сейсмических методов для оценки перспектив нефтегазоносности отложений палеозойского фундамента Западно-Сибирской плиты // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, 2019. – Т. 330. – № 3. – С. 156 – 162.
2. Руководство по интерпретации сейсмических атрибутов / Р. Дабер, Е. Дитча, Л.Э. Густафссон и др. – Ставангер, Норвегия: Schlumberger, 2007. – 119 с.
3. Мендрий Я.В. Атрибутный анализ сейсмических данных при картировании зон трещиноватости // Сейсмо-2013. – Киев, 2013. – С. 42 – 51.
4. Орехов А.Н., Марсьяль А.М. Информативность геометрических атрибутов для прогнозирования трещиноватости коллекторов на примере месторождения углеводородов Томской области // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, 2019. – Т. 330. – № 9. – С. 230 – 238.
5. Fracture characterization in basement reservoirs through seismic attributes / R. Alai, A.A. Aqrawi, A.B. Mohamed, M.T. Taha // Reservoir Geoscience and Engineering, 2014. – V. 32. – P. 83 – 92.

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ СТРУКТУРНОЙ ГЕОЛОГИИ ДЛЯ ПРОСЛЕЖИВАНИЯ
ТЕКТОНИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ 3D-СЕЙСМИКИ**

Новак М.В., Шакиров Е.М.

Научный руководитель - инженер-исследователь А.А. Волкова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В статье рассматривается степень влияния дизъюнктивных дислокаций на геологическое строение палеозойских отложений в условиях Арчинского нефтегазоконденсатного месторождения.

На данный момент нефтяная отрасль переживает трудный этап, связанный с целым рядом серьезных проблем. К их числу можно отнести истощение месторождений, сокращение числа открытий новых месторождений и неэффективные методы добычи, обусловленные отсутствием современных инновационных технологий.

Открываемые месторождения менее крупные. Ситуация усложняется в связи с новыми горно-геологическими условиями: неструктурные ловушки, тяжелые и вязкие нефти и т.д. Для решения данной проблемы необходимо применение новых технологий и инновационных подходов.

В настоящее время все больше открывается месторождений, в которых преобладают сложные неантиклинальные ловушки углеводородов, генезис которых связан с развитием в нефтегазоносных комплексах дизъюнктивных нарушений, образующих депрессионные зоны в плотных породах фундамента [1].

Разломы способствуют формированию литолого-стратиграфических ловушек углеводородов и влияют на распределение емкостных свойств природных резервуаров. Также дизъюнктивные дислокации обладают экранирующей и проводящей ролью, влияют на степень напряженности геологического разреза и образование зон аномального пластового давления.

Таким образом, изучение дизъюнктивов в геологических разрезах является важным этапом при создании геологической модели, что становится необходимым условием для успешной разведки, прогнозирования нефтяных запасов, проектирования бурения скважин и их последующей эксплуатации. Исходя из всего выше сказанного, целью работы является выяснение геологического строения фундамента Арчинского месторождения с учетом особенностей расположения дизъюнктивных дислокаций.

В административном положении Арчинское нефтегазоконденсатное месторождение располагается на юго-западе Томской области в Парабельском районе, согласно принятому нефтегазогеологическому районированию, относится к Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Оно входит в группу Урмано-Арчинских месторождений и находится в разработке с 1985 года [3].

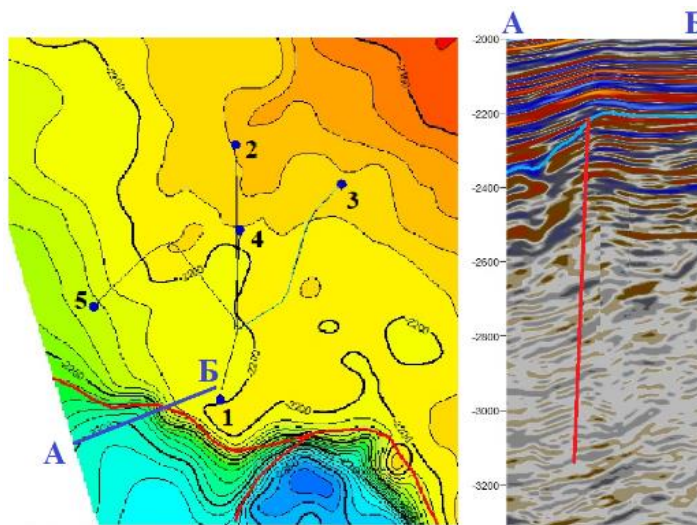


Рис. 1 Расположение скважин относительно разлома

С геологической точки зрения территория Арчинского месторождения является южной частью синклинальной складки третьего порядка, которая входит в состав Нижнетабаганской синклинальной складки второго порядка. Месторождение приурочено к Арчинскому поднятию, околуренному разноамплитудными разломами. Информация по месторождению представлена литологическими данными и данными имиджеров FMI 5 скважин (рис. 1).

В южной части Арчинского месторождения был выделен сейсмический разрез (рис. 1), на котором отображен один основной дизъюнктив, распространяющийся с запада на юго-восток. Угол падения сместителя данного дизъюнктива равен 80-90°, что относит его к классу вертикальных или субвертикальных. По кинематике разлом представляет собой согласные сбросо-взбросы. Амплитуда вертикального смещения, определенная по сейсмическому разрезу, составляет около 14-16 м. Горизонтальное смещение имеет амплитуду 7-10 м. Вблизи данного разлома пробурены скважины, по которым и проводились исследования.

Если рассматривать ориентацию трещин в палеозойских отложениях, вскрытых скважинами 1, 2, 3, 4 и 5 (рис. 2), то можно установить, что в большинстве случаев направления простирания трещин одинаковые, и азимут простирания преимущественно составляет 0° север – 180° юг.

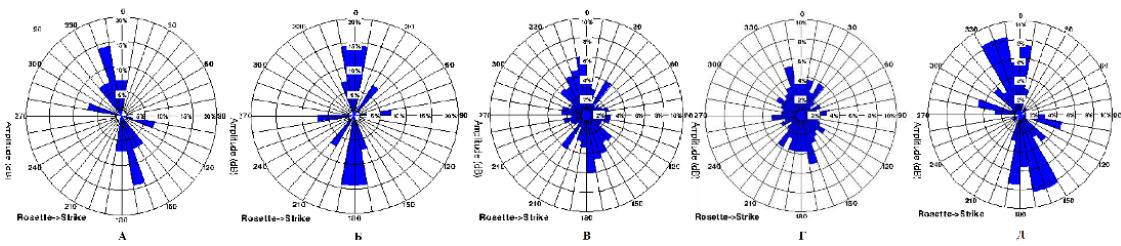


Рис. 2 Стереодиаграмма азимутов простирания проводящих трещин. Скважины: А – скв. 1; Б – скв. 2; В – скв. 3; Г – скв. 4; Д – скв. 5

По данным тех скважин (рис. 3), в которых проводилось определение направления горизонтального стресса (скв. 1, 2, 5) наблюдается общий тренд направления максимального горизонтального стресса, который составляет 160° юго-восток – 340° северо-запад. По мере приближения к разлому проявляется также ещё одна составляющая вторичного горизонтального стресса, имеющая перпендикулярное направление и меньшую величину.

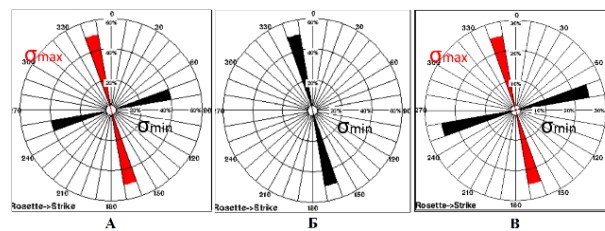


Рис. 3 Направления азимутов простирания горизонтального стресса. Скважины: А – скв. 1; Б – скв. 2; В – скв. 5

При сопоставлении результатов расчетов трещиноватости и горизонтального стресса можно сделать вывод, что трещины в исследуемых отложениях образуются параллельно направлению максимального горизонтального напряжения.

Также были посчитаны атрибуты на трещиноватость, рассчитанные по поверхности палеозойских отложений. При анализе ключевых атрибутов, описанных в [2], в качестве наиболее подходящего был выбран «Extract Value Ant-tracking Curve Max» (рис. 4), отображающий на плане извлечённое значение кривизны максимальной амплитуды.

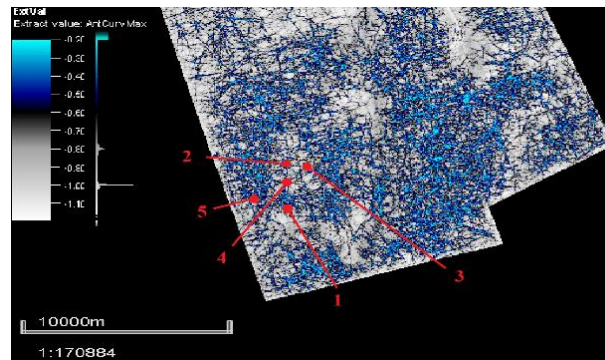


Рис. 4 Атрибут «Extract Value Ant-tracking Curve Max»

Исходя из плотности распределения «Extract Value Ant-tracking Curve Max», можно сделать вывод, что скважины 2, 3 и 4 пробурены в области пониженной трещиноватости, при этом скв. 4 находится в наименее трещиноватой зоне. В свою очередь, скв. 5 располагается в зоне наибольшей трещиноватости (по сравнению с другими), что может быть обусловлено относительно близким расположением к разлому. Величина, рассчитанная с помощью атрибутов, согласуется с данными трещиноватости FMI (см. рис. 2).

В качестве заключения можно сказать, что характерной особенностью геологического строения фундамента Арчинского месторождения является плотная система тектонических трещин и дизъюнктивных нарушений. Это необходимо учитывать при последующей разработке коллекторов фундамента, поскольку от этих сведений зависит проницаемость горной породы, направление флюидопотока и направление бурения глубоких наклонно-направленных скважин.

На территории Западной Сибири и в Томской области, в частности, существует большое количество залежей в палеозойских отложениях. Таким образом, на примере Арчинского месторождения существует возможность выработать подход, который впоследствии может быть применен при разработке залежей углеводородов, приуроченных к отложениям фундамента на территории всей Западно-Сибирской плиты.

Литература

1. Муслимов Р.Х. О новой парадигме развития нефтегазового комплекса России, предложенной академиком А.Э. Конторовичем // Сетевое научное издание «Нефтяная провинция», 2020. – № 3 (23). – С. 1 – 36.
2. Оценка тектонической трещиноватости по данным разномасштабных геофизических исследований / Д.К. Нурғалиев, И.И. Нугманов, Е.В. Нугманова и др. // Нефтяное хозяйство. Геология и геологоразведочные работы, 2016. – С. 2 – 7.
3. Техническая библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://neftegaz.ru/tech-library/mestorozhdeniya/142226-archinskoe-neftegazokondensatnoe-mestorozhdenie-ngkm/>, свободный – (14.02.2021)
4. .02.2021)

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕФТЕМАТЕРИНСКИХ
СЛАНЦЕВЫХ ПОРОД (ДОМАНИКОВ И БАЖЕНИТОВ)**

Нойкин М.В.

Научный руководитель - профессор В.П. Морозов
Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

Постоянная забота о приросте или восполнении запасов нефти требует выявления новых, в т.ч. и нетрадиционных объектов для поисков, разведки и добычи углеводородного сырья. В число таких объектов входят богатые органическим веществом породы доманиковых и баженовских толщ. Доманикиты и баженинты – высокобитуминозные кремнисто-глинисто-карбонатные толщи морского генезиса [5]. Породы доманика и бажена также являются нефтематеринскими, т.е. рождающими в процессе литогенетической эволюции углеводороды, способные к миграции и аккумуляции [1].

Целью настоящего исследования является сравнительная характеристика карбонатно-кремнистых доманиковых и баженовских отложений на основе их минералого-литологического изучения. В задачи исследования входило минералогическое и литологическое изучение кернового материала доманикитов и баженинтов, а также реконструкция палеотемпературного режима и условий образования.

В ходе исследований изучено порядка 50 образцов карбонатно-кремнистых пород доманика и бажена. В процессе работы было проведено макроскопическое описание образцов пород и оптико-микроскопическое изучение шлифов. Все образцы подверглись рентгенографическому и химическому исследованиям. Далее был проведен термобарогеохимический анализ для установления температуры гомогенизации газовой-жидких включений во вторичных минералах доманиковых и баженовских толщ. Исследования органического вещества проводились с помощью двух методов: синхронного термического анализа и метода Rock Eval.

По результатам рентгенографического анализа и по макроскопическим признакам исследуемые образцы пород доманика были разделены на 3 литотипа: карбонатные породы (практически целиком состоящие из кальцита), карбонатно-кремнистые породы и карбонатные брекчии (с ярко выраженной брекчевидной структурой), а породы бажена на 2 литотипа: карбонатно-кремнистые и кремнисто-карбонатные (различие обусловлено соотношением кремнистой и карбонатной составляющей и цветом пород). Главными минералами являются кальцит и кварц, которые встречаются во всех образцах.

По данным синхронного термического анализа было установлено, что органическое вещество содержится во всех образцах, а различное отношение лёгких углеводородов (ЛУВ) к тяжёлым углеводородам (ТУВ) и керогена в доманикитах и баженинтах обусловлено различной степенью зрелости и интенсивности постседиментационных изменений. Это было подтверждено с помощью исследований методом Rock Eval и также был определён тип керогена в образцах. На основе химического анализа были составлены матрицы корреляций по макро- и микроэлементам.

Исходя из результатов исследований, можно отметить следующее:

1. Породы доманика и бажена имеют близкий минеральный состав (кальцит, кварц, доломит), но глинистые минералы встречаются только в породах баженовской свиты.
2. Доманикиты и баженинты обладают скрытозернистой структурой, однородной или горизонтально-слоистой текстурой. Слоистость обусловлена наличием карбонатных слоек и линзочек. В породах встречаются редкие органические остатки: радиолярии, остракоды (рис., фото а).
3. Содержание органического вещества в исследуемых образцах варьируется от 3,2% до 33%. По средним значениям породы доманика (13,6%) наиболее обогащены органическим веществом (ОВ), чем породы бажена (6,8%), стоит отметить, что содержание ОВ в породах, в которых преобладает кремнистая составляющая выше. Кероген, встречающийся в доманикитах и баженинтах в основном смешанного типа, но для первого случая более характерным является I тип, а для второго – I-II и даже III тип;
4. Палеотемпература гомогенизации газовой-жидких включений во вторичном кальците в породах доманика равна 113°C, а в породах баженовской свиты 178°C (рис., фото б), что свидетельствует о более высокой степени катагенетических преобразований и подтверждается литературными данными [3];
5. На основе анализа корреляционных зависимостей стоит отметить повышенное содержание биофильных элементов в доманикитах и баженинтах с наибольшим количеством органического вещества (таблица). Высокая корреляционная зависимость SiO_2 с Na_2O , V_2O_5 , NiO , CuO , ZnO указывает на синхронный аутигенный генезис этих компонент [2]. Также этот факт объясняет то, почему органическое вещество содержится именно в темных карбонатно-кремнистых породах с преобладанием кремнистой составляющей.

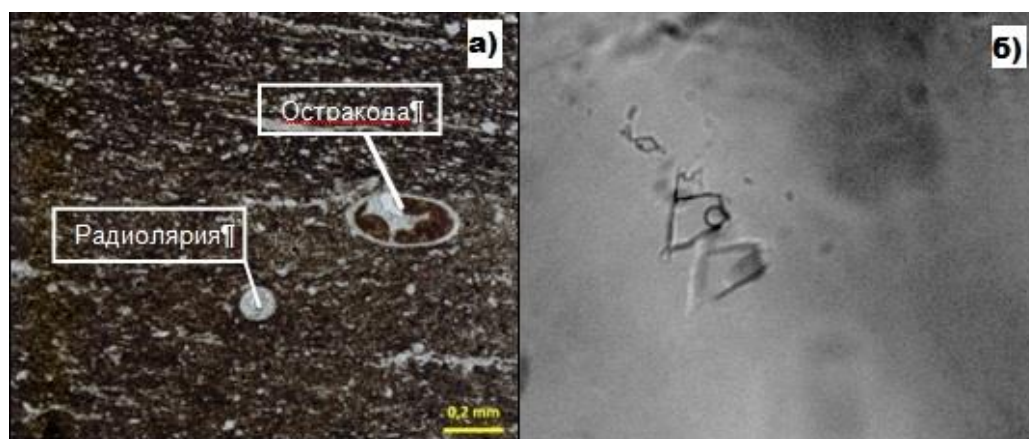


Рис. Раковины остракоды и радиолярии в карбонатно-кремнистой породе доманика при одном никеле (а); газово-жидкое включение во вторичном кальците в породе баженовской свиты при комнатной температуре (б)

Таблица

Корреляционные связи между химическими компонентами в образцах доманикитов

Компоненты	Na ₂ O	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	TiO ₂	V ₂ O ₅	NiO	CuO	ZnO	SrO
SiO ₂	0.59	0.55	1	-0.93	0.42	0.78	0.82	0.56	0.75	-0.73
CaO	-0.49	-0.66	-0.93	1	-0.55	-0.83	-0.81	-0.73	-0.71	0.6

Примечание: Жирным выделены наиболее значимые положительные связи, подчеркиванием показаны биофильные компоненты

Согласно полученным результатам исследований, можно сделать вывод, что облик и состав пород доманика и бажена весьма идентичен. Это свидетельствует о том, что условия образования были одинаковы: максимум трансгрессии, низкие темпы минеральной седиментации и восстановительная обстановка в диагенезе.

Однако стоит отметить, что в составе пород доманика преобладают аутигенные компоненты, а доля терригенной составляющей выше в породах бажена, нежели в доманике. Это объясняется тем, что образование доманикитов происходило в основном среди карбонатных пород и привнос терригенной компоненты весьма маловероятен. Другим доказательством этого служит наличие керогена I типа в подавляющем большинстве пород доманика, т.е. сапропелевого, в то время как в бажениках в основном присутствует кероген смешанного типа I-II типа [4].

Установленные положительные корреляционные зависимости между биогенным кварцем и биофильными элементами дают основание предполагать, что осадконакопление происходило одновременно и из одного источника. Но строго установить, в результате чего осуществлялся привнос (апвеллинг, снос с суши, гидротермальные источники) не удалось, и вопрос до настоящего времени остаётся дискуссионным.

Литература

1. Баженова О.К. Геология и геохимия нефти и газа: Учебник / О.К. Баженова, Ю.К. Бурлин, Б.А. Соколов, В.Е. Хаин; Под ред. Б.А. Соколова. – М: Изд-во МГУ, 2000. – 384 с.
2. Конторович А.Э., Ян П.А., Замирайлова А.Г., Костырева Е.А., Эдер В.Г. Классификация пород баженовской свиты // Геология и геофизика, 2016. – Т. 57. – № 11. – С. 2034 – 2043.
3. Неручев С.Г. Глобальные геохимические аномалии на рубежах активных изменений органического мира // Геология и геофизика, 1986. – № 9. – С. 25 – 32.
4. Оксенойд Е.Е., Волков В.А., Олейник Е.В. и др. Типы керогена баженовской свиты по данным пиролиза и их сопоставление с параметрами нефтей // Известия вузов. Нефть и газ, 2017. – № 5. – С. 34 – 43.
5. Супруненко О.И., Тугарова М.А. Геохимия нафтидов: Учеб. пособие. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2009. – 130 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ НАФТАЛИНОВ В
КАЧЕСТВЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ЗРЕЛОСТИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА НА
ПРИМЕРЕ ЭКСТРАКТОВ ПОРОД БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ И НЕФТЕЙ
КРАСНОЛЕНИНСКОГО СВОДА

Обласов Н.В.¹, Гончаров И.В.^{1,2}, Эфтор И.В.¹

¹АО «ТомскНИПИнефть», г. Томск, Россия

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Термическая эволюция нефтегазоматеринских пород приводит к изменению многих физических и химических свойств содержащегося в них органического вещества [1]. Оценка параметров термической зрелости является важным аспектом при изучении таких пород. Использование этих показателей позволяет установить стадию эволюции органического вещества, тем самым дать оценку потенциального количества углеводородов, которое уже было генерировано и которое еще может быть генерировано органическим веществом пород.

На текущий момент отношение 4-метилдибензотиофена и 1-метилдибензотиофена (4MDBT/1MDBT) признано надежным индикатором термической зрелости для органического вещества баженовской свиты. Данный параметр имеет намного более высокую точность, по сравнению с отражательной способностью витринита, пиролитическими и многими молекулярными параметрами. С другой стороны, метилдибензотиофеновое отношение имеет хорошую взаимосвязь с пиролитическими параметрами, а потому позволяет оценивать степень трансформации органического вещества (TR). Кроме того, значения данного показателя стабильны и практически не изменяются по глубине в толще баженовской свиты [5]. Несмотря на заметные преимущества использования 4MDBT/1MDBT, на практике бывают ситуации, когда по каким-либо причинам невозможно оценить содержание этих компонентов, а при сравнении с нефтями ещё могут сказываться последующие процессы преобразования (миграция, биодегградация, термическая деструкция и др.), то при корреляциях возникает необходимость в использовании дополнительных молекулярных параметров термической зрелости.

В литературе часто встречается использование параметров, основанных на различных гомологах и изомерах соединений алкилнафталинов, как например параметры DNR-1, 1-MN/2-MN и др. [2,3]. Ранее нами уже показывалось, что показатель DNR-1 (диметилнафталиное отношение) является неэффективным для оценки уровня термической зрелости органического вещества баженовской свиты [5]. Однако набор возможных нафталиновых соотношений может быть большим и в данной работе мы рассматриваем возможность использования некоторых из них в качестве потенциальных критериев термической зрелости для баженовской свиты.

Исходным материалом для работы послужили образцы нефтей и пород тутлеймской свиты (баженовской горизонт), отобранных из скважин Краснеленинского свода. Всего с территории Ем-Еговской, Каменной и Талинской площадей было отобрано 170 проб нефтей и 190 образцов керна из разреза баженовской свиты. Для части из них (62 образца пород) была проведена экстракция хлороформом в аппарате Сокслета. Выделенные хлороформенные битумоиды анализировались на газовом хроматографе с масс-селективным детектором «Hewlett Packard» 6890/5973 с колонкой HP-1-MS (30 м; 0.25 мм). В результате этого были получены масс-хроматограммы, на основе которых рассчитывались молекулярные характеристики экстрактов. Все образцы керна были также изучены на приборе Rock-Eval 6 Turbo фирмы Vinci Technologies в режиме Bulk-Rock с получением ряда пиролитических параметров (S1, S2, PI, Tmax, Сог).

Для изученных образцов пород и нефтей были рассмотрены особенности относительного содержания нафталиновых компонентов (метилнафталинов, этилнафталинов, диметилнафталинов, пропилнафталинов) при различной термической зрелости (рис. 1).

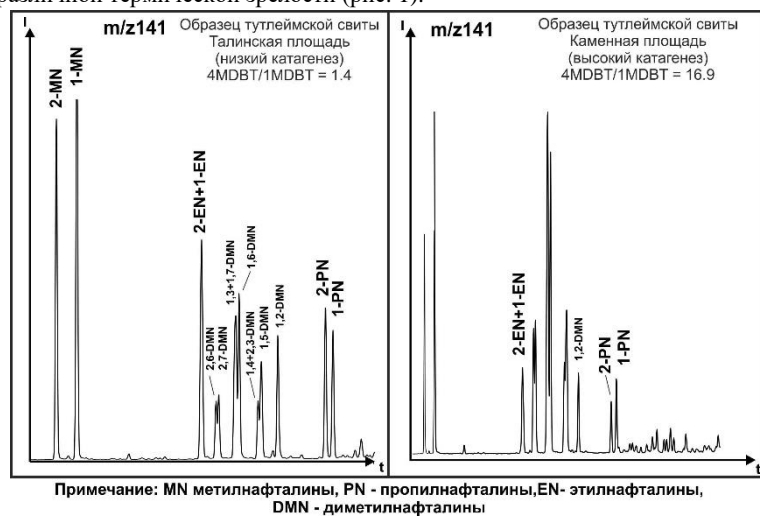


Рис. 1 Масс-хроматограммы образцов баженовской свиты
Краснеленинского свода по m/z 141 при катагенезе: низком (слева) и
высоком (справа)

Было обнаружено, что в экстрактах с ростом термической зрелости органического вещества содержание 2-пропилнафталина снижается относительно 1-пропилнафталина, также происходит уменьшение содержания 1,2-диметилнафталина и этилнафталинов относительно остальных изомеров диметилнафталинов. На основе этого было предложено несколько молекулярных параметров, которые были изучены на предмет наличия взаимосвязи с другими критериями термической зрелости. В качестве критерия для корреляции и сравнения был использован молекулярный параметр 4MDBT/1MDBT (рис. 2). Ранее Гончаровым И.В. [4] уже отмечалась чувствительность гомологов алкилнафталинов (для гомологов > C₃) к термической

зрелости органического вещества. Данный факт был продемонстрирован на примере северо-африканских нефтей: Aip-

Zeft и Tiliouanet, имеющих различную термическую зрелость относительно друг друга. Также это дополнительно подтверждалось и в ходе пиролитических экспериментов при нагревании незрелых нефтематеринских пород, где в продуктах пироллиза прослеживался рост содержания α -гомологов алкилнафталинов при увеличении температуры пироллиза.

В экстрактах отмечается зависимость всех предложенных молекулярных параметров (рис. 2) от дибензотиофенового отношения (4MDBT/1MDBT), а, значит, соотношение содержания данных нафталиновых компонентов имеет связь с термической зрелостью пород.

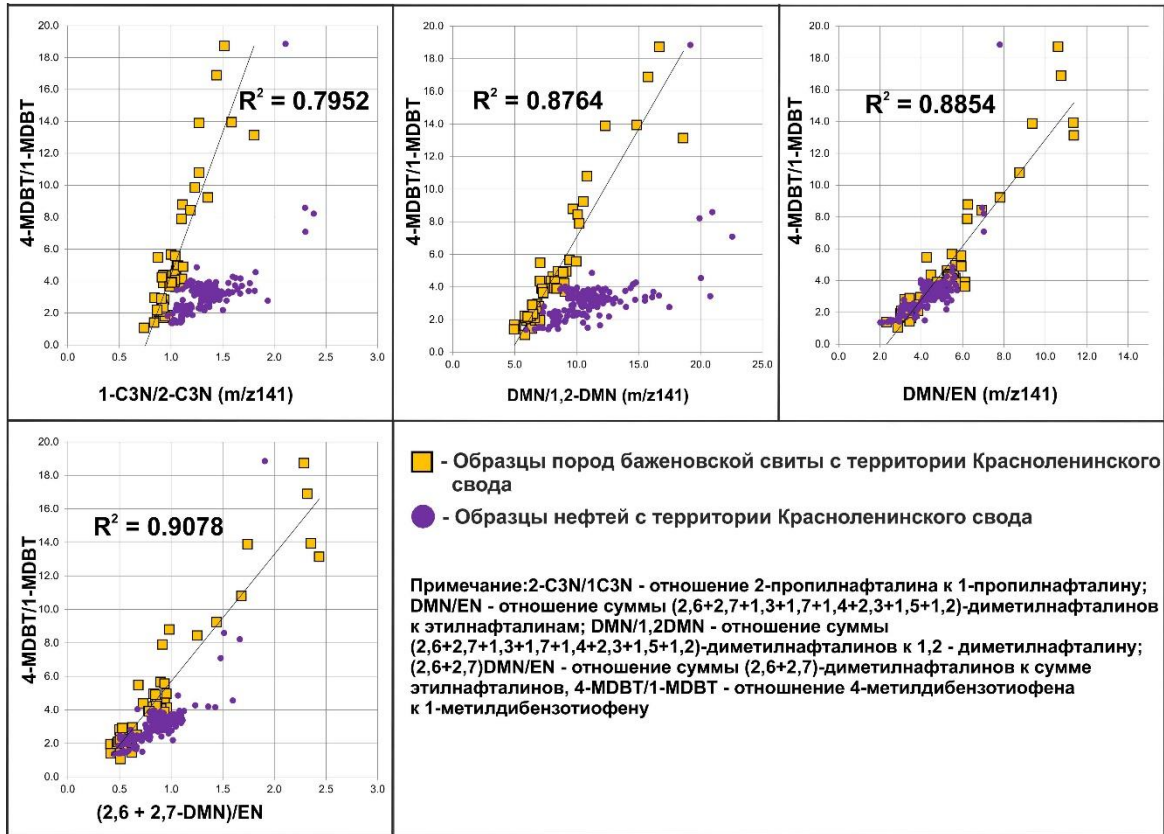


Рис. 2 Сравнение нафталиновых показателей термической зрелости со значением 4-MDBT/1-MDBT в нефтях и образцах пород из баженовской свиты (Красноленнинский свод)

Наиболее высокий коэффициент детерминации ($R^2 = 0,908$) был получен для параметра: (2,6+2,7-DMN)/EN (отношение суммы 2,6 и 2,7-диметилнафталинов к сумме 1,2-этилнафталинов). С другой стороны, на рисунке 2 видно, что там, где не использована сумма этилнафталинов в выражении молекулярного параметра, нефти имеют свою, отличную от пород область распределения значений. Причины расхождения нефтяного и нефтематеринского тренда пока ещё не совсем ясны. Однако одна из версий предполагает изменение значений некоторых рассмотренных молекулярных параметров в процессе дальнейшей вторичной миграции.

Следует также отметить, что приведенные нафталиновые молекулярные показатели имеют взаимосвязь со степенью трансформации (TR) органического вещества баженовской свиты, однако имеется большое количество отклонений от трендов в тех местах, где разрез свиты не освещен полностью образцами по всей толщине.

Таким образом, были отмечены закономерности изменения относительного содержания нафталиновых компонентов в нефтях и экстрактах из пород баженовской свиты с ростом их термической зрелости. Однако справедливости ради, следует отметить, что полученные на их основе молекулярные параметры имеют меньшую чувствительность при определении степени трансформации (TR) органического вещества пород по сравнению с метилдобензотиофеновым отношением (4MDBT/1MDBT).

Литература

1. Тиссо Б., Вельте Д. Образование и распространение нефти: фундаментальные труды зарубежных ученых по геологии, геофизике и геохимии. – Москва: Мир, 1981. – 501 с.
2. Alexander R.J., Kagi R.I., Rowland S.J., Sheppard P.N., Chirila T.V. The effects of thermal maturity on distributions of dimethylnaphthalenes and trimethylnaphthalenes in some ancient sediments and petroleum // *Geochimica et Cosmochimica Acta* 49, 1985. – P. 385 – 395.
3. Ben G.K. van Aarssen, Trevor P. Bastow, Robert Alexander, Robert I. Kagi, Distributions of methylated naphthalenes in crude oils: indicators of maturity, biodegradation and mixing // *Organic Geochemistry*, 1999. – №30 (10). – P. 1213 – 1227.
4. Goncharov I. Long-chain alkyl naphthalenes in crude oils and rock extracts // *Poster session 16-th IMOOG, Stavanger*, 1993. – P. 261 – 264.

5. Goncharov I., Samoilenko V., Oblasov N., Fadeeva S. MDBT estimation ratio for transformation organic matter ratio in Bazhenov Formation of Western Siberia (Tomsk Oblast, Russia) // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2015. – Vol.24: Scientific and Technical Challenges in the Well Drilling Progress, 24–27 November 2014, Tomsk, Russia. – Paper 012040. – 12 p.

**ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ НА ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫЕ СВОЙСТВА
КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ НЕФТЕГАЗОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТЕНГИЗ**
Панин В.Р.

Научный руководитель - доцент Т.Г. Перевертайло

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Нефтегазовое месторождение Тенгиз расположено на суше в Западном Казахстане, в северной части восточного побережья Каспийского моря, среди архипелага изолированных карбонатных отложений. Месторождение Тенгиз было открыто в 1979 г, с 1993 г. месторождение разрабатывает совместное предприятие «Тенгизшевройл». Эксплуатационный фонд месторождения составляет 284 скважины, в том числе действующие – 130 скважин. На месторождении выделено 3 крупных объекта, первый объект занимает верхнюю часть карбонатной толщи, и имеет самую высокую пористость (7-24%) и проницаемость до 800 мД, ниже залегают 2 и 3 объекты, которые обладают худшими коллекторскими свойствами (рис. 1). Общая мощность карбонатной постройки неизвестна, самая глубокая скважина на сегодняшний день затоплена, её глубина составила 6455 м [2].

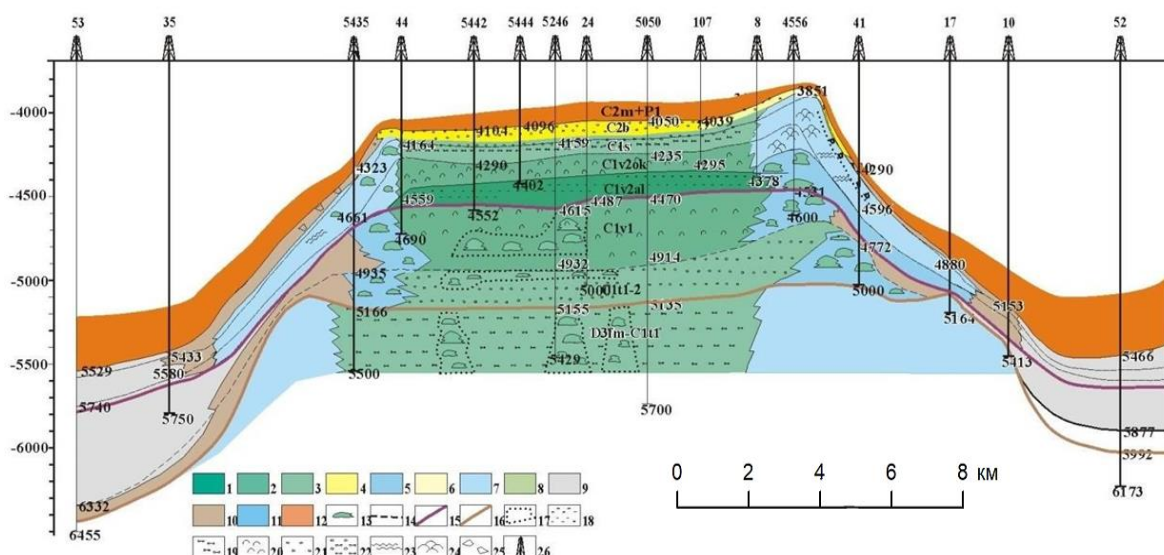


Рис. 1 Геологический профиль месторождения Тенгиз. Условные обозначения: фации карбонатной платформы: 1 – глубоководной, 2 – погруженной, 3 – мелководной, 4 – фации намытых песков, 5 – биогермных построек края карбонатной платформы, 6 – наиболее мелководных участков края мелководной платформы; рифогенного комплекса: 7 – рифового массива; 8 – зарифовые; склоновые: 9 – нижнего склона и бассейна; 10 – склоновые (карбонатные); 11 – биогермных построек; 12 – нерасчленённые отложения московского и ассельско-аргинского возраста; 13 – мелкие биогермы, 14 – стратиграфические границы; 15 – кровля второго объекта («вулканик»); 16 – кровля третьего объекта; 17 – границы предполагаемых сейсмофаций. Литологические комплексы: 18 – пеллетовые вакстоуны и пакстоуны; 19 – комковато-сгустковые известняки; 20 – биокластовые пакстоуны; 21 – литокластовые грейстоуны и пакстоуны; 22 – ритмичное переслаивание герйнстоунов и водорослевых известняков; 23 – баундстоуны; 24 – фреймстоуны; 25 – брекчии обрушения; 26 – пробуренные скважины

Выделяют пять переломных этапов в истории Прикаспийского бассейна [1]:

- 1) Отчленение глубинными разломами в позднем протерозое от древнего кратона, явившегося затем жестким фундаментом чашеобразной Прикаспийской впадины, погружающейся вплоть до конца палеозоя.
- 2) Слабо выраженная инверсия прогибания бассейна в раннем кембрии, связанная, по-видимому, с разуплотнением рифейских отложений.
- 3) Инверсия глубокого прогиба в конце палеозоя – начале мезозоя с превращением морского бассейна в равнинную сушу (поздний триас-ранняя юра). Прогибание вновь возрождается с поздней юры и продолжается вплоть до неогена. Этот этап сопровождался наиболее интенсивной дегазацией недр и флюидизацией.
- 4) В неогене произошло полное осушение бассейна. Однако последующее прогибание, длившееся до конца ледникового периода, происходило в условиях активизации региональных тектонических зон, в связи с чем чашеобразные контуры бассейна и его палеогеографическая замкнутость утрачиваются.

5) Современная инверсия прогиба с образованием в конце ледникового периода (около 10 тыс. лет назад) полупустыни на месте неглубокого солоноватого Прикаспийского озера.

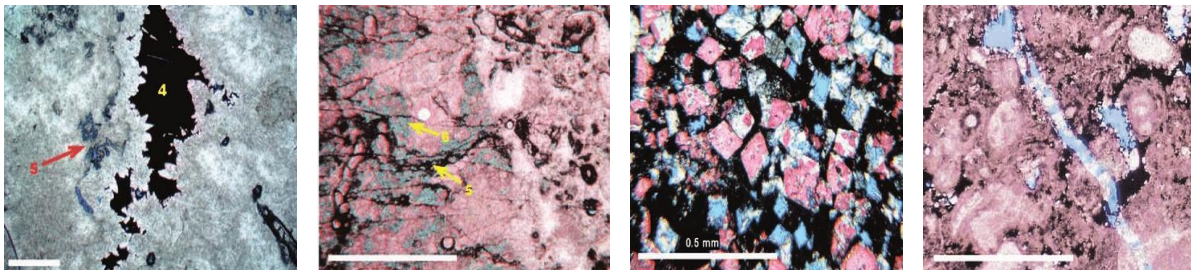
Особенностью месторождения Тенгиз является наличие в породах-коллекторах твердых битумов [3]. На месторождении коэффициент сверхгидростатичности (K_c) достигает значений 2,0, то есть наблюдаются высокие пластовые давления. Автор данной работы полагает, что деасфальтизация нефтей зачастую проявляется в различных нефтегазовых регионах, и именно это способствует образованию группы твердых битумов, которые в какой-то момент коагулировали, скорее всего, из нефтей палеозалежи, в процессе поступления в неё новых порций легких метановых нефтей или газообразных углеводородов.

Скорее всего, данное явление происходило на месторождении Тенгиз. Во время погребения пласта соленосной толщи на глубину до 4,5 км известняки, залегающие под отложениями солей, подверглись гравитационному уплотнению, которое привело к отжатию флюидов вниз по разрезу, в т.ч. и в нефтяную палеозалежь. Вероятнее всего, это был растворенный углеводородный газ, содержащий значительные объемы сероводородного и углекислого газов, источником образования которых являлись сульфаты соленосных пород. Приток газа в породы-коллекторы создал высокую газонасыщенность пластовой нефти и повлек за собой резкое увеличение пластовых давлений.

Более ранние трещины, как и пустоты раннего растворения, интенсивно заполнились предбитумными цементными фазами. Более поздние трещины содержат только битум или кальцит, сопровождаемый битумом, и заполнились до частичного раскрытия. Коррозия матрицы проявляется в виде микропористости в микритических компонентах породы, например, скелетных зернах и микробных тканях (рис. 2А). Наблюдается, что коррозия битума и матрицы уменьшается по мере удаления от пустот и увеличенных трещин, что позволяет предположить, что битум, коррозия и крупномасштабное растворение могут быть генетически связаны [4].

Петрографические наблюдения указывают на то, что значительная коррозия и расширение раствора, предшествуют первичному образованию цемента. В некоторых случаях наблюдается растворение, которое, по-видимому, предшествует образованию битума (рис. 2В).

Коррозия матрицы, вероятно, сопровождала формирование битума. Однако многие другие примеры изученных шлифов указывают в основном на пассивное заполнение битумом открытого пустотного пространства, сопровождающееся лишь незначительной микритной коррозией.



А) Скв. Т-4635,
гл. 4458,07 м

Б) Скв. Т-5056,
гл. 4201,96 м

В) Скв. Т-6337,
гл. 4899,9 м

Г) Скв. Т-6337,
гл. 4877,83 м

Рис. 2 Битумный и постбитумный диагенез на месторождении Тенгиз: А (4) – доминирующий битум в некоторых пустотах; А (5) – коррозия микробных тканей; Б (5) – битум в образце; Б (6) – микритная коррозия, по-видимому, не содержит битума; В – селективное растворение доломитовых ромбических кристаллов, Г – постбитумный кальцитовый цемент. Масштабная линейка = 1 мм, за исключением рис. 2 В

По петрографическим данным, а также по восстановленным обстановкам осадконакопления, можно предположить, что все осадочные породы месторождения подверглись метасоматическим изменениям различной интенсивности. Возможно выделение трех, наиболее вероятных этапов преобразования пород: 1) сульфидно-углеродистое замещение с образованием окремненных сланцев и массивных доломитов; 2) сульфатизация и засоление; 3) битуминизация и сопутствующие ей сульфидизация, окремнение и доломитизация терригенных и карбонатных пород.

Первый этап преобразования обусловлен воздействием на породы относительно сухих парагазовых смесей, с повышенной восстановительностью. Подвижки в них сопровождались неоднократной инфильтрацией углеводородных газов, но при более низких температурах – уже с образованием битумов.

При наложении битумоидов на ранее науглероженные сланцеватые породы образовались своеобразные нефтеколлекторы типа баженинов.

На формирование пористости коллекторов огромное влияние оказал целый ряд процессов, таких как выщелачивание, перекристаллизация и образование трещин.

Позднее поры заполнялись битумом, доломитом и вторичным кальцитом, а также происходило окремнение пород, это привело к ухудшению емкостных свойств.

Литература

1. Иванкин П.Ф., Назарова Н.И. Флюидно-метасоматические преобразования и рудоносность осадочных толщ Прикаспийского бассейна: Монография. – Москва: Изд-во ЦНИГРИ, 2005. – 104 с.

2. Проект опытно-промышленной эксплуатации месторождения Тенгиз. – Атырау, 2005.
3. Harris P.M., Weber L.J. Facies and Reservoir-quality Variations in the Late Viséan to Bashkirian Outer Platform, Rim, and Flank of the Tengiz Buildup, Precaspian Basin, Kazakhstan // Giant hydrocarbon reservoirs of the world: From rocks to reservoir characterization and modelling. – 2006 AAPG Memoir 88/SEPM. – P. 55 – 95.
4. Якуч Л. Морфогенез карстовых областей: Монография. – Москва: Изд-во Прогресс, 1979. – 388 с.

УЧЕТ РАЗЛИЧНЫХ ЛИТОТИПОВ (ФАЦИЙ) ПРИ ГЕОЛОГИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ. ВЕРОЯТНОСТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФАЦИЙ В МЕЖСКВАЖИНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Гидзамкив Е.В., Залялетдинова М.А., Кротов А.А.

Научный руководитель – И.В. Матвеев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Создание литолого-фациальной модели является одним из ключевых этапов построения геологической модели. Она служит основой для интерполяции ФЕС в резервуаре, учитывая условия высокой неоднородности пород. При оценке неопределённости геологических моделей используются методы геостатистики [1].

Существует два подхода к восстановлению данных в межскважинном пространстве: детерминистский и стохастический. При первом получается один, наиболее вероятный вариант при заданных условиях, классический пример – кригинг. При втором подходе – несколько вариантов равновероятных случайных реализаций [3].

В данной статье будет более детально рассмотрен вероятностный подход и его методы реализации.

Стохастическая интерполяция обладает рядом преимуществ, среди которых выделяют следующие факторы:

- является более гибким по сравнению с детерминистическим;
- возможность работы с трендами;
- возможность оценить неопределенности;
- возможность создания модели при малом количестве исходных данных.

Среди алгоритмов вероятностного подхода различают два – пиксельные и объектно-ориентированные.

1. Пиксельные

Суть пиксельных алгоритмов заключается в том, что происходит заполнение трехмерной модели по ячейкам (пикселям). Для их реализации требуется задание модели полувариограмм, а также оценка содержания фаций в процентном соотношении.

Среди пиксельных алгоритмов наиболее распространенные – SGS, TGS, SAS, MPSM.

1.1. Sequential Gaussian simulation (SGS)

SGS является наиболее распространенной моделью. Она использует среднее значение кригинга и дисперсию для создания гауссова поля, а также определяет нормальное распределение Гаусса. Данный подход использует входные и смоделированные данные при вычислении значения в не смоделированной ячейке сетки, а генерирует множество равновероятных реализаций, которые могут быть подвергнуты последующей обработке для количественной оценки и оценки неопределенности [4].

Происходит генерация нескольких равновероятных реализаций свойств, а не просто оценка среднего значения, как, например, только при использовании алгоритма кригинга. Можно сказать, что мы добавляем некоторую вариативность для отмены сглаживающего эффекта кригинга. Этот результат, возможно, дает лучшее представление о естественной изменчивости свойств коллектора и предоставляет средства для количественной оценки неопределенности. Чаще всего используется для построения геологических моделей непрерывных петрофизических свойств, таких как пористость. Семейство методов последовательного моделирования включает в себя, помимо рассмотренного подхода, Sequential indicator simulation (SIS) и Bayesian indicator simulation (измененный метод SIS), все из перечисленных используют один и тот же базовый алгоритм.

1.2. Truncated Gaussian Simulation (TGS)

Данная модель используется реже и исключительно хорошо работает с переходными фациями. Например, модель перехода мелководных отложений в глубоководные.

Позволяет моделировать случайное поле с дискретными значениями посредством усечения стационарного гауссовского случайного поля второго порядка. Модель задается одним или несколькими порогами усечения и функцией ковариации или вариограммой гауссовского случайного поля. На практике пороговые значения определяются для воспроизведения экспериментальной пропорции каждого класса дискретных значений, в то время как вариограмма выводится на основе ее взаимосвязи с вариограммами класса-индикатора.

1.3. Simulated annealing simulation (SAS)

Метод имитационного отжига заимствован из металлургии. В металлургии при сплавлении двух металлических частей зона прикрепления нагревается до температуры, при которой молекулярная структура может перестраиваться. Когда металл снова охлаждается, молекулярная структура изменяется, и в месте соединения двух металлических частей образуется связь. Переносим эту идею в стохастическое моделирование, человек производит начальную реализацию, вводит некоторые особые условия (задает петрофизические свойства на разных участках смоделированного коллектора), затем запускается процесс оптимизации, который рассчитывает данные в ячейках между двумя участками таким образом, чтобы они соответствовали введенным особым условиям. Метод создает модель коллектора посредством итеративного процесса проб и ошибок и не использует явную модель случайных функций. Его можно использовать в качестве основы как для пиксельного, так и для объектного моделирования, и в любом случае смоделированное изображение формулируется как процесс оптимизации.

Используются логические методы, на начальном этапе происходит подбор базовой формы для каждой фации осадконакопления, которая описывает ее геометрию. Например, вы можете моделировать каналы, которые выглядят извилистыми на виде карты и полуэллиптическими в поперечном сечении, или дельты, которые выглядят как треугольные клинья на виде карты. Разработчик модели должен указать пропорции форм в окончательной модели и выбрать параметры, описывающие формы. В некоторых алгоритмах есть правила, описывающие расположение геологических тел относительно друг друга. Например, могут ли объекты пересекаться друг с другом, как плетеные потоки, или присоединяться, как каналы.

1.4. Multiple Point Statistics Method (MPSM)

Является пиксельным методом, однако приближен к объектным. При реализации используется не полувариограммы, а обучающие изображения. В результате чего на выходе получается реалистичная модель осадконакопления. Учитывается корреляция между тремя или более местоположениями одновременно. Следовательно, теоретически данный подход может учитывать связь многих ячеек между собой и, таким образом, воспроизвести сложные криволинейные геологические структуры [2].

2. Объектно-ориентированные

Распределение фаций происходит в строго определенном геометрическом объеме. Данную группу алгоритмов рекомендуется использовать при моделировании отложений речных русел (как меандрирующих, так и спрямленных), эоловых дюн, фронтальных частей дельт, карбонатных платформ и т.д. [1].

Объектное моделирование решает относительно простую задачу – задачу категориальной интерполяции данных. При этом число используемых категорий обычно невелико. Типичной задачей объектного моделирования является расчет в пространстве возможной конфигурации песчаных тел – русел или каналов. Используя диалоговый интерфейс, геолог указывает основное направление русел, их ширину и толщину, период и амплитуду их синусоидальных искривлений. Все параметры характеризуются средними значениями и среднеквадратичными отклонениями. Вместо русел (или в дополнение к ним) могут быть описаны тела линзовидной или конусообразной формы. Программа последовательно генерирует и помещает в пространство множество (тысячи, миллионы) соответствующих объектов, но оставляет только те из них, которые согласуются со скважинными данными.

Таким образом, существует определенное количество методов, способных помочь при распределении петрофизических свойств в геологической модели. Каждый из них обладает рядом достоинств и полноценно проявляет их при верном соответствии модели и метода. Как следствие, задача модельера – понимать принцип действия данных алгоритмов и обоснованно применять тот или иной подход в интерполяции данных.

Литература

1. Белкина В.А., Бембель С.Р., Забоева А.А., Санькова Н.В. Основы геологического моделирования: учебное пособие. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2015. – 162 с.
2. Kovalevsky E. Geological Modelling on the Base of Geostatistics // Course Note. – EAGE, 2011. – 122 p.
3. Zakrevsky, K.E., Geological 3D Modelling. – EAGE Publications, 2011. – 253 p.
4. Apart B.G. Sequential Simulation with Patterns, 2005. – 184 p.

ГЕОХИМИЯ ДОННЫХ ОСАДКОВ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ШЕЛЬФА МОРЯ ЛАПТЕВЫХ: ДАННЫЕ ПО МЕТОДУ ROCK-EVAL И МОЛЕКУЛЯРНЫЙ СОСТАВ

Полтавская Н.А., Гершелис Е.В., Гринько А.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Шельф морей Восточной Арктики, являющийся самым широким и мелководным шельфом Мирового океана, является уникальным регионом для исследователей в связи с усиливающейся деградацией наземной, прибрежной и подводной мерзлоты в условиях глобального потепления. Взаимодействие между климатом и глобальным углеродным циклом потенциально инициирует положительно обратную связь, с точки зрения выброса двуокиси углерода (CO₂) – основного парникового газа, по причине дестабилизации бассейна вечной мерзлоты. Все это провоцирует массовое оттаивание и высвобождение органического углерода, который был ранее законсервирован в многолетнемерзлых толщах. Вовлечение данного углерода в геохимический цикл запускает многие сложные биогеохимические механизмы, включая интенсивную мобилизацию в глубокие бассейны седиментации и увеличение поставок терригенного органического вещества (ОВ) из-за береговой эрозии и речного стока в прибрежный океан. Помимо этого, одним из важнейших экологических последствий экспорта органического углерода (ОУ) в систему суша-шельф являются асидификация вод, по причине окисления эрозионного органического углерода до CO₂, и, как следствие, к росту эмиссии парниковых газов [2]. Таким образом, для оценки влияния ОВ на глобальный углеродный цикл необходимо понимать источники, транспортировку и состав органического материала.

Восточно-Сибирский арктический шельф – уникальный регион для изучения динамики и судьбы терригенного ОУ. Данный регион получает значительный приток ОУ, как за счет увеличения стока великих российских рек (в частности р. Лена), дренирующих обширные сибирские районы вечной мерзлоты, так и за счет интенсивной прибрежной эрозии. По предварительным оценкам только с продуктами береговой эрозии в воды восточно-арктических морей поступает порядка 44 ± 10 Мт наземного ОУ [1]. Море Лаптевых относится к арктическим регионам с наиболее высокими темпами эрозии [1]. Основным источником растворенного ОВ для данного моря является река Лена. Ее дренируемый водораздел почти полностью (90%) находится в зоне распространения многолетней вечной мерзлоты, занимающий около $2,46 \times 10^6$ км² [4].

СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

В данной работе исследуются источники, распределение и состояние ОБ, накопленного в поверхностных отложениях юго-восточной части шельфа моря Лаптевых, район губы Буор-Хая. Наряду с традиционными молекулярными маркерами (n-алканы; n-алкановые кислоты), мы охарактеризовали осадки с помощью индикаторов Rock-Eval. Кроме того, мы приводим детальный гранулометрический состав отложений для характеристики гидродинамических режимов, действующих на шельфе. Исследование основано на изучении 15 проб осадочного материала, отобранного во время комплексных арктических морских экспедиций (73 рейс 2018 г., 78 рейс 2019 г.) на НИС «Академик Мстислав Келдыш».

Измерения размера зерен проводили с помощью лазерного анализатора размера частиц Shimadzu SALD-7101. Результаты пересчитывали по международной океанологической шкале градации осадочного материала на фракции глины (<2 мкм), мелкого ила (2-10 мкм), сортируемого ила (10-63 мкм) и песка (>63 мкм). В настоящей работе мы наблюдаем общее преобладание мелкозернистых (<63 мкм) поверхностных отложений, что можно объяснить стабильной подледной седиментационной средой.

На базе «Международной научно-образовательной лаборатории изучения углерода арктических морей» Томского политехнического университета мы применили метод пиролитического анализа на приборе Rock-Eval 6 Turbo с использованием специального аналитического режима, адаптированного для незрелого органического вещества с целью оценки структуры и состава растворимой и нерастворимой части ОБ. По результатам пиролитического анализа можно сказать, что концентрации Сорг (ТОС) снижались с увеличением расстояния от береговой линии. Общее содержание ТОС говорит о достаточно высокой степени преобладания ОБ и устойчиво коррелирует с ранее опубликованными данными [3, 5]. На протяжении всего разреза во всех образцах мы наблюдали повышенное значение кислородного индекса ОI (до 292 мг/г), что соответствует пику S3. Параметр может отражать экспорт уже окисленного ОБ с продуктами береговой эрозии и речным стоком по мере захоронения в осадках. Связь между НИ и ОI мы представили в виде диаграммы типа Ван Кревелена, широко используемой для различия источников органического вещества. Все нанесенные значения НИ и ОI попадают в ограниченную область, что указывает на относительно низкую долю углеводов и более высокое содержание кислородосодержащих соединений в ОБ поверхностных отложений исследуемого района. Это указывает на сходную природу ОБ для поверхностных отложений, как для типа II (планктонного) и типа III (гуминового) керогена в древних отложениях. Мы показали слабую положительную корреляцию между НИ, ОI и долей частиц глинистого размера (менее 2 мкм в диаметре) только для самого верхнего слоя осадка (0-2 см).

В рамках данной работы был также проведен хроматографо-масс-спектрометрический анализ (ХМС) на приборе Agilent 7890B (ХГ)–Agilent Q-TOF 7200 (МС) растворимой части ОБ донных осадков моря Лаптевых для определения элементного состава. Высокомолекулярные (НМВ; $\geq C_{21}$) n-алканы и n-алкановые кислоты получены из высших наземных растительных восков, производящих молекулярный сигнал наземного вклада, в то время как низкомолекулярные (ЛМВ; $\leq C_{19}$) липиды использовались в качестве индикаторов ОБ, полученного из водорослей. По результатам ХМС-анализа наблюдается разнообразное распределение n-алканов с ярко выраженным присутствием высокомолекулярных n-алканов. Вдоль исследуемого разреза прослежен сильный наземный сигнал отношения n-алканов НМВ к ЛМВ. Эти находки выявили доминирующий вклад наземного источника в осадочный ОБ не только вблизи устья реки Лены, но и в более глубокие бассейны.

Комплексное геохимическое исследование ОБ осадочного материала юго-восточной части шельфа моря Лаптевых было проведено с использованием как данных пиролиза Rock-Eval, так и традиционного молекулярного состава, в купе с гранулометрическими характеристиками, что способствовало пониманию биогеохимического режима Арктического региона.

Работа выполнена при поддержке грантов Российской Научного Фонда №19-77-00067 (анализ образцов).

Литература

1. Activation of old carbon by erosion of coastal and subsea permafrost in Arctic Siberia / J.E Vonk, L. Sanchez-Garca, B.E. Van Dongen et al // Nature, 2012. – № 489 (7414). – P. 137 – 140.
2. Acidification of East Siberian Arctic Shelf waters through addition of freshwater and terrestrial carbon / I. Semiletov, I. Pipko, Ö. Gustafsson et al // Nature Geosci, 2016. – №9. – P. 361 – 365.
3. Bröder L. Fate of terrigenous organic matter across the Laptev Sea from the mouth of the Lena River to the deep sea of the Arctic interior / L. Bröder, T. Tesi, J.A. Salvadó et al // Biogeosciences, 2016. – V. 13. – P. 5003 – 5019. doi: 10.5194/bg-13-5003-2016.
4. Seasonal and Annual Fluxes of Nutrients and Organic Matter from Large Rivers to the Arctic Ocean and Surrounding Seas / R.M. Holmes, J.W. McClelland, B.J. Peterson et al // Estuaries Coasts, 2012. – № 35 (2). – P. 369 – 382.
5. Vetrov A.A., Romankevich E.A., Belyaev N.A. Chlorophyll, primary production, fluxes, and balance of organic carbon in the Laptev Sea // Geokhimiya, 2008. – № 10. – P. 1122 – 1130.

КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ АТРИБУТОВ С ЦЕЛЬЮ ОБНАРУЖЕНИЯ И УТОЧНЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ РАЗЛОМОВ В ПАЛЕОЗОЕ

Райле К.Н., Сафроненко А.В.

Научный руководитель - инженер-исследователь А.А. Волкова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Палеозойский фундамент юго-востока Томской области имеет сложное геологическое строение: пласты изогнуты, изломаны, собраны в складки, в связи с чем растет необходимость в точном определении тектонических дислокаций, разделяющих блоки различных горных пород [1]. Подробный анализ сейсморазведочных данных требует применения современных программных комплексов и методов, в число которых входит атрибутный анализ.

Цель: определение оптимального комплекса сейсмических атрибутов для обнаружения и уточнения положения разломов на примере двух лицензионных участков, располагающихся на территории Томской области и приуроченных к палеозойскому фундаменту.

Объекты: породы Урманского и Арчинского месторождений, расположенных в пределах Нюрольского палеозойского осадочного бассейна и характеризующихся разноамплитудными разломами и наличием регионально развитой системы тектонических трещин высокой плотности.

Ключевые слова: сейсмические атрибуты, палеозойский фундамент, разломы.

Урманское и Арчинское месторождения регионально расположены на западе Томской области, на территории Парабельского района и приурочены к одноименным локальным поднятиям.

Наиболее перспективным и распространенным сейсмическим методом изучения геологического строения определенного участка является атрибутный анализ. Сейсмический атрибут представляет собой количественное извлечение некоторой сейсмической характеристики, визуально усиливающей особенности волнового поля, которые могут не выделяться на исходном сейсмическом изображении [3]. В ходе написания данной работы были проанализированы результаты использования нескольких типов атрибутов: структурные (когерентность, Ant Tracking, контраст амплитуд, структурное сглаживание, кривизна), стратиграфические (хаос). Наиболее дифференцированную картину показали следующие атрибуты:

Когерентность – атрибут, измеряющий сходство между формами сейсмических волн от одной трассы к другой и выделяющий места с низкой когерентностью, в которых есть различия в сейсмических характеристиках по латерали, что может быть вызвано изменениями в структуре, стратиграфии, литологии или пористости.

Кривизна – атрибут, измеряющий изгиб поверхности и связанный с наличием структурных нарушений [3]. В конкретной точке кривизна может быть определена следующим уравнением:

$$K = \frac{1}{r}, \quad (1)$$

где K – кривизна;

r – радиус окружности, касательной к кривой.

В ходе работы было принято решение о снятии значений атрибутов максимальной и минимальной кривизны ниже кровли палеозоя на глубину, соответствующую времени пробега волны, равному 10 мс.

Хаос – атрибут, отображающий «хаотичность» локального сейсмического сигнала в 3D окне. Эта хаотичность выражается мерой «организации» в методе оценки погружения/азимута. Зоны с хаотичной структурой, предположительно, могут быть связаны с наличием разломов. Для улучшения определения разломов, после применения данного атрибута была повышена контрастность отображения.

Ant Tracking – алгоритм, запатентованный компанией «Schlumberger» и предназначенный для обнаружения геологических неоднородностей: трещин, разломов и других линейных аномалий внутри сейсмического куба [2]. Используется концепция коллективного разума для помещения большого количества агентов (муравьев) в данные и последующей оценки коллективного поведения роя. Получение наиболее качественного результата работы атрибута Ant Tracking потребовало проведения ряда экспериментов как с настройками атрибута, так и с выбором оптимального рассчитанного куба, подаваемого на вход Ant Tracking.

В качестве входных данных для Ant Tracking были выбраны: исходный куб, куб когерентности, куб хаоса. Для выделения как значительных региональных особенностей, так и мелких разломов был выбран высокочувствительный метод (Aggressive ants), использующий большее количество агентов и более агрессивные параметры поиска в сравнении с низкочувствительным методом. Также, для удаления случайного шума из сейсмических данных был использован атрибут структурного сглаживания. Таким образом, для исследуемого месторождения оптимальной оказалась следующая комбинация атрибутов:

1. Структурное сглаживание, входными данными для которого является исходный куб;
2. Куб когерентности, входными данными для которого является куб, полученный на предыдущем шаге;
3. Ant Tracking, входными данными для которого является куб когерентности, полученный на предыдущем шаге.

Результат работы такого комплексирования атрибутов представлен на рисунке.

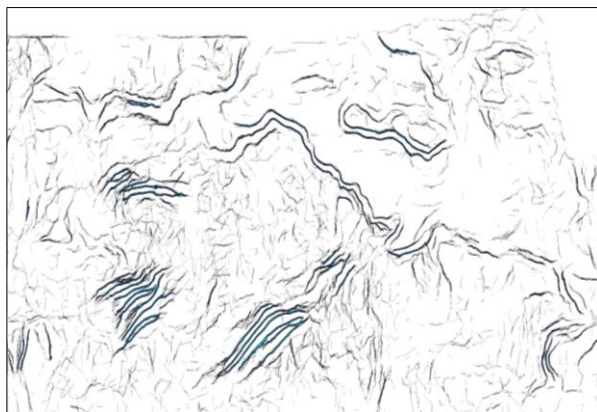


Рис. Результат использования атрибута Ant Tracking

В ходе работы было определено, что наиболее подходящими для выявления структурных нарушений являются атрибуты хаос, когерентность, Ant Tracking и различные вариации их комплексирования и изменения параметров. Перечисленные атрибуты с большой долей вероятности могут быть успешно применены на других территориях.

В будущем планируется использование нейронных сетей для уточнения полученных данных. Также полученные в ходе данной работы результаты, с целью определения их корректности, были сравнены с результатами исследования положения разломов, проведенного ранее на исследуемой территории компанией ООО «Славнефть НПЦ» с помощью метода синергетических сингулярностей.

Итог сравнения позволяет говорить о том, что полученный комплекс атрибутов дает верный результат.

Литература

1. Волкова А.А., Меркулов В.П. Применение сейсмических методов для оценки перспектив нефтегазоносности отложений палеозойского фундамента Западно-Сибирской плиты // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, 2019. – Т. 330. – № 3. – С. 156 – 162.
2. Руководство по интерпретации сейсмических атрибутов / Р. Дабер, Е. Дитча, Л. Э. Густафссон и др. – Ставангер, Норвегия: Schlumberger, 2007. – 119 с.
3. Кирилов А.С., Закревский К.Е. Практикум по сейсмической интерпретации в Petrel. МАИ Принт. – Москва, 2014. – С. 181 – 213.

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И СТРОЕНИЕ ПЛАСТА ХМ₂ ЯРОНГСКОЙ СВИТЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ М (ЯНАО)

Ракитина В.А., Недоливко Н.М.

Научный руководитель - доцент Н.М. Недоливко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В административном отношении месторождение М расположено в Ямало-Ненецком Автономном округе Российской Федерации. В тектоническом плане оно приурочено к локальному поднятию одноимённого названия Ямало-Гыданской нефтегазоносной области Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.

Согласно стратиграфическому делению пласт ХМ₂ относится к яронгской свите альбского яруса. Свита формировалась в период альбской трансгрессии и генетически связана с морским комплексом отложений, представленным чередованием глинистых пород с прослоями песчаников и алевролитов [2].

В качестве исходного материала рассмотрены результаты описания керна и геофизических исследований скважин, методологическим обеспечением проведенных исследований послужила методика В.С. Муромцева по электрометрической геологии песчаных тел [3], дополненная А.В. Ежовой [1].

Глинистые породы окрашены в темно-серый и серый свет, в них преобладают косоволнисто-, пологоволнисто- и волнисто-линзовидно-слоистые текстуры, отражающие волновой характер движения воды, часто присутствует горизонтальная тонкая и мелкая слоистость, образованная при осаждении материала в условиях слабо подвижных вод.

Структуры пород пелитовые (в тонкоотмученных разностях) и алевроитовые (в смешанных алевроитистых и алевроитовых разностях). Повсеместно отмечаются постепенные переходы глинистых пород в алевролиты, отражающие периодически меняющиеся условия седиментации.

Породы содержат следы взмучивания, размыва и биотурбации, представленные ходами, норками, следами ползания и зарывания донных организмов, заполненными алевроитовым и глинистым материалом.

Песчаники светло-серые до серых, преимущественно мелкозернистые и средне-мелкозернистые, по составу полевошпатово-кварцевые с небольшим содержанием обломков пород, сцементированные глинистым, глинисто-карбонатным и карбонатным цементом. Породы однородные и слоистые, слоистость преимущественно волнистого

типа, образована намывами глинистого материала и углефицированного растительного детрита, иногда нарушенная следами жизнедеятельности донных животных.

Пласт ХМ₂ на территории исследования вскрыт всеми скважинами, развит повсеместно и характеризуется невыдержанной толщиной, меняющейся от 24,7 до 45,9 м. Наибольшая толщина пласта отмечается на юге месторождения и закономерно снижается в северном направлении (рис. 1).

Пласт ХМ₂ имеет неоднородное строение, сложен песчаниками, алевролитами и глинистыми породами. Неоднородное строение пласта привело к широкому диапазону изменения песчанности разрезов, варьирующей в пределах от 15 до 89 %. Наиболее высокие значения песчанности и более однородный состав отложений наблюдаются в южной части месторождения (рис. 2). К северу и востоку территории песчанность разрезов снижается, а неоднородность возрастает.

Толщина песчаников, измеренная по линии $\alpha_{пс}=0,5$, колеблется от 5,2 до 30,8 м. Максимальными толщинами обладают песчаники, распространенные на западе и в южной части территории месторождения.

Распределение песчаного, алевролитового и глинистого материала в пласте ХМ₂ обусловлено условиями седиментации: динамикой среды, характером морского дна и удаленностью от береговой линии. В целом отложения накапливались в условиях изменчивой гидродинамической среды: от практически стоячих вод ($\alpha_{пс}=0$) до вод с очень высокой подвижностью ($\alpha_{пс}=1$).

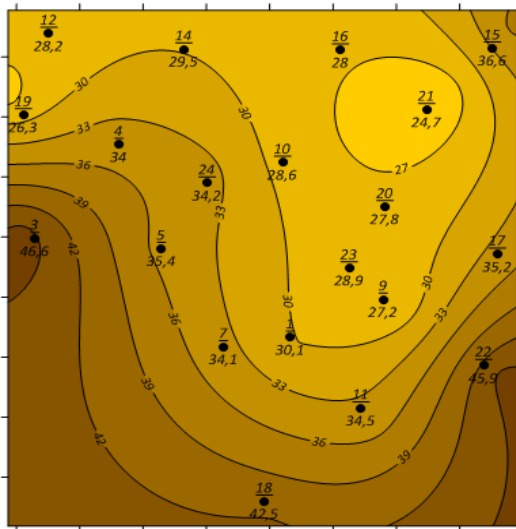


Рис. 1 Карта толщин пласта ХМ₂ месторождения М

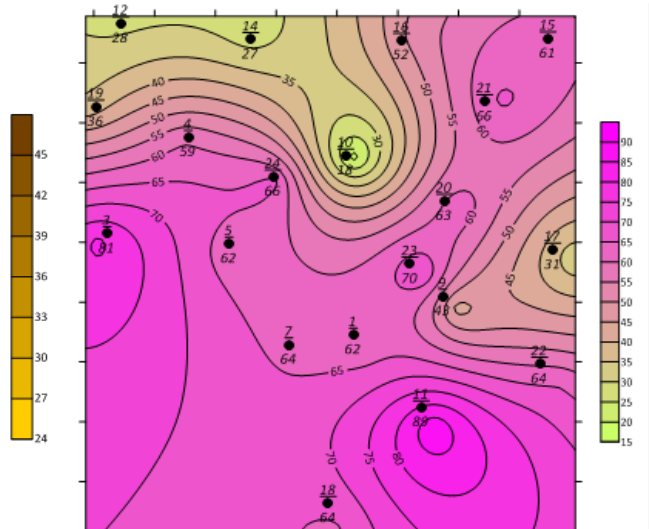


Рис. 2 Карта песчанности пласта ХМ₂ месторождения М

Наиболее активная динамическая обстановка существовала на юге, в центре и на востоке месторождения (рис. 3), где в пределах более приподнятых участков морского дна накапливались средне- и средне-мелкозернистые песчаные осадки. На севере территории, наиболее удаленной от береговой линии, на углубленных участках морского дна накапливались более мелкозернистые пески, переслаивающиеся с алевролитами и глинистыми илами.

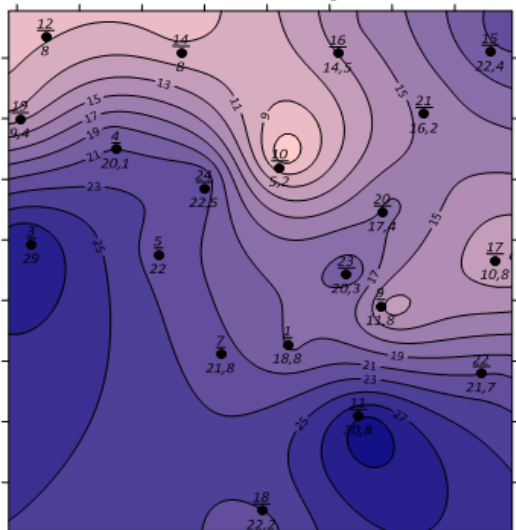


Рис. 3 Карта толщины песчаников по $\alpha_{пс} = 0,5$. Пласт ХМ₂ месторождения М

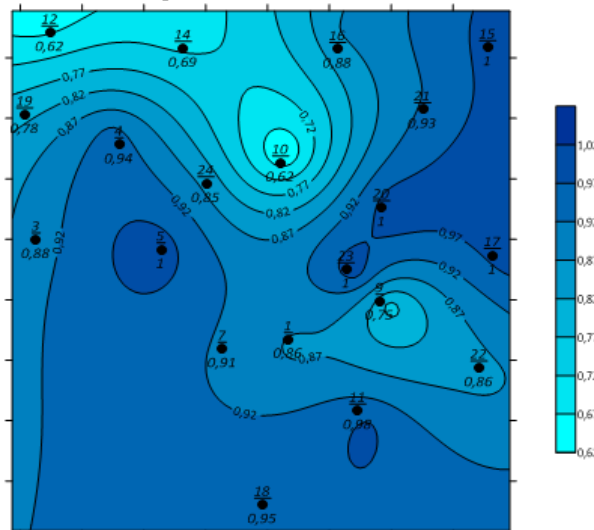


Рис. 3 Карта значений $\alpha_{пс}$. Пласт ХМ₂ месторождения М

СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Анализируя результаты проведенных исследований, можно сделать выводы, что пласт ХМ₂:
- на территории исследования имеет неоднородное строение и сложен песчаниками, алевролитами и глинистыми породами;
- отложения накапливались в прибрежной полосе моря;
- наклон территории осуществлялся с юга на север, в этом же направлении увеличивалась глубина бассейна, возрастала удаленность области седиментации от береговой линии, снижалась гидродинамическая активность;
- увеличение общих толщин, толщины песчаников, их зернистости, песчанности разрезов и степени однородности возрастает с севера на юг территории по мере приближения к береговой линии.

Литература

1. Ежова А.В. Геологическая интерпретация геофизических данных: учебное пособие. – 3-е изд. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 114 с.
2. Кислухин И.В. Особенности геологического строения и нефтегазоносность юрско-неокомских отложений полуострова Ямал. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2012. – 116 с.
3. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. – Л.: Недра, 1984. – 260 с.

АНАЛИЗ ГЕОЛОГО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЛАСТА, ВЛИЯЮЩИХ НА ПОЛИМЕРНОЕ ЗАВОДНЕНИЕ

Собослаи М.Г.

Научный руководитель - профессор О.С. Чернова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время все больше месторождений можно отнести к «стареющим», так как на данных месторождениях снижается уровень добычи и происходит значительный рост обводненности скважинной продукции. При этом коэффициент извлечения нефти не превышает 0,35%. Это означает, что с каждым годом увеличиваются объемы трудноизвлекаемой нефти, которую трудно добыть традиционными методами. Соответственно, необходимо более качественно осуществлять доработку имеющихся запасов. Поэтому нефтяным компаниям и науке в целом необходимо уделять максимальное внимание совершенствованию технологий разработки месторождений на последних стадиях.

Полимерное заводнение (ПЗ) является одной из технологий, с помощью которой можно увеличить коэффициент извлечения нефти. Сущность ПЗ заключается в закачке в пласт раствора воды с добавлением полиакриламида (ПАА). При ПЗ происходит увеличение вязкости раствора и отношения подвижности воды и нефти, что приводит к выравниванию фронта вытеснения и уменьшению числа высокопроницаемых пропластков [1]. Вследствие чего увеличивается коэффициент охвата пласта заводнением.

Первым и наиболее важным этапом при применении ПЗ является рассмотрение геолого-физических условий. Диапазон условий для применения данной технологии значительно расширился за последние годы, что позволило применять ПЗ на месторождениях, где ранее технология не применялась. Данный тип заводнения применим и для карбонатных и для терригенных типов коллекторов. Благодаря разработкам, в нефтехимии появилась возможность применять полимеры в более жестких условиях, т.е. разрабатываются различные добавки. Специальное оборудование, которое применяется, исходя из процесса закачки раствора, позволяет повысить эффективность технологии и минимизировать риск разрушения полимера до попадания в пласт. Как видно из таблицы 1, ПЗ возможно применять для пластов с высокой температурой и минерализацией, а также для пластов с высоковязкой нефтью, что ранее было невозможно [2]. Полимерные растворы обеспечивают более эффективное применение, удовлетворяющие нескольким основным параметрам. (табл.).

Таблица

Параметры полимерного заводнения

Характеристики коллектора	Текущий диапазон применения
Проницаемости коллектора, мкм ²	0,01-10
Температуре пласта, °С	> 140
Вязкость нефти в пласте, сПз	> 13 000
Плотность нефти, кг/м ³	> 965,9
Минерализации пластовой воды, г/л	< 280
Текущая нефтенасыщенность, %	> 20

Как видно из характеристик, удовлетворяющих основным требованиям ПЗ, важную роль играют проницаемость пласта, температура пласта и минерализация пластовой воды. Стоит отметить, что в карбонатных коллекторах практически не применяется ПЗ, так как в данном типе коллектора присутствуют ионы кальция Ca²⁺ и магния Mg²⁺, что может привести к осаждению полимера солями кальция и магния. Поэтому при применении ПЗ в карбонатных коллекторах необходимо более тщательно изучить характеристики пласта и проводить лабораторные исследования с целью нахождения оптимального состава.

Одним из основных параметров является целевая вязкость (коэффициента сопротивления) закачиваемого агента. При применении ПЗ в неоднородном пласте при наличии перекрестных межпластовых перетоков идеальная вязкость, используя закон Дарси, равна: μ полимера = отношение подвижностей * контраст проницаемости [3].

Контраст проницаемости представляет собой отношение проницаемости более высокопроницаемого пропластка к проницаемости более низкопроницаемого пропластка. Если же перетоков между пластами нет, то этот множитель не учитывается при расчете идеальной вязкости. В работе [3] описан случай Дадина. В данном случае коэффициент подвижности последней точки составляет 10, а контраст проницаемости – 4. Соответственно была найдена оптимальная вязкость полимера, которая составила 40 сПз. На некоторых месторождениях с тяжелой нефтью эта стратегия едва применима, учитывая требуемую вязкость и связанные с этим затраты (не учитывая аспекты, связанные с приемистостью). Чтобы учитывать неоднородности, целевое значение отношение подвижностей должно быть ниже 1.

На эффективность ПЗ влияет коэффициент подвижности, который находится как отношение подвижности вытесняющего агента (λ_w) к подвижности вытесняемого агента (λ_o): $M = \frac{\lambda_o}{\lambda_w} = \frac{\mu_o}{\frac{K_{ro}}{K_{rw}}}$,

где: K_{rw} , K_{ro} – относительная проницаемость воды и нефти соответственно; μ_w , μ_o – эффективная вязкость воды и нефти соответственно.

Коэффициент подвижности (M) при вытеснении нефти водой больше 1. Это объясняется тем, что вязкость воды меньше вязкости нефти. В результате чего в направлении отбора жидкости происходит прорыв воды, который приводит к увеличению обводнённости скважины.

Селективное тампонирувание зон пласта с высокой проницаемостью возможно при использовании полимерных растворов. Все это приводит к перераспределению фильтрационных потоков и, как следствие, выравниванию профиля заводнения. Проникновение вытесняющего агента в зоны с низкой проницаемостью происходит из-за выравнивания профиля заводнения (рис. 1). Все эти факторы приводят к тому, что агент вытеснения проникает в область с низкой проницаемостью, куда ранее он не мог попасть. За счет этого вытеснение нефти происходит не только из высокопроницаемых, но и из низкопроницаемых областей, что повышает эффективность ПЗ (рис. 2)

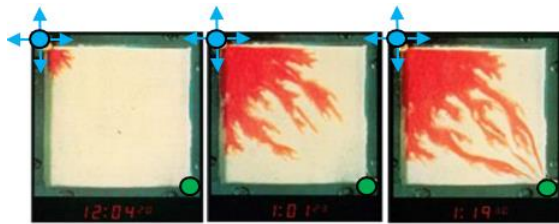


Рис. 1 Соотношение подвижностей >1 (Вода)

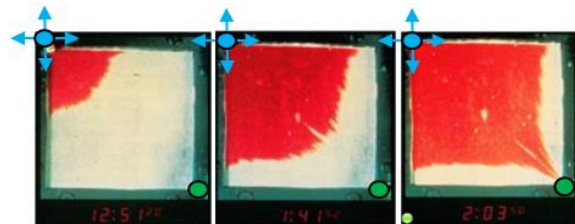


Рис. 2 Соотношение подвижностей <1 (Полимер)

Из-за повышения вязкости вытесняющего агента появляется дополнительное сопротивление в пласте. Давление для закачки полимерных растворов в пласт должно быть выше давления заводнения водой. Повышение давления закачки необходимо, чтобы обеспечить сохранение приемистости скважины и поддерживать пластовое давление. Результатом связи макромолекул с определенным гидродинамическим объёмом в растворителе является такой параметр, как вязкость полимера. При деструкции полимера происходит разрыв молекул, что приводит к снижению эффективности заводнения.

Выделяют следующие типы деструкции полимера: химическая, механическая и термическая. Химическая деструкция заключается в образовании свободных радикалов. Образование происходит за счет взаимодействия молекул полимера и кислорода. Перед закачкой в пласт полимер должен быть растворен в воде. В воде присутствуют элементы, которые способны вступить в реакцию с кислородом O_2 , сероводородом H_2S , железом Fe^{2+} и пр. Рисунок 3 иллюстрирует химическую деструкцию полимера при температуре $46^\circ C$ при использовании гипохлорита натрия $NaClO$.

Большое сдвиговое напряжение способствует наступлению механической деструкции. Повышенное сдвиговое напряжение отмечается в определенных типах насосов, клапанах, штуцерах и при определенных типах заканчивания скважины. Разделение полимера на отдельные части происходит под действием сдвига.

В результате данного процесса образуются свободные радикалы, которые так же, как и при химической деструкции, способны разрушать полимерные молекулы в ходе цепной реакции.

Основной сдвиг наблюдается в нагнетательной линии. Также сдвиг можно наблюдать при прохождении жидкости по насосам или в призабойной зоне пласта. В трубах и оборудовании при проведении полимерного заводнения рекомендуется не превышать скорость потока жидкости более 5 м/с [5]. На рис. 4 представлена сдвиговая деструкция полимера через 1,75 мм перфорационное отверстие.

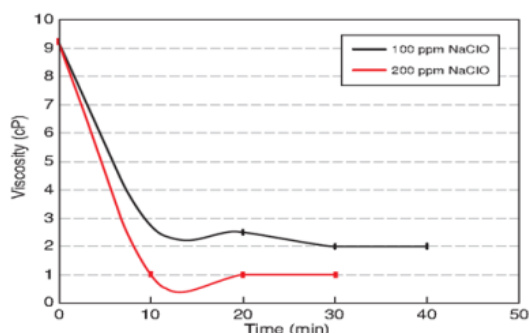


Рис. 3 Химическая деструкция полимера

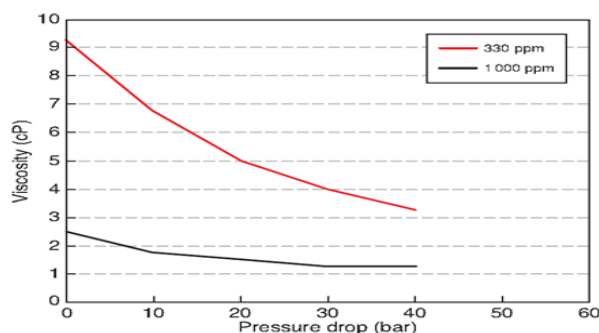


Рис. 4 Сдвиговая деструкция полимера

Термическая деструкция развивается из-за воздействия на раствор высоких температур. Реакции осаждения между гидролизованным ПАА и двухвалентными ионами пластовой воды (Ca^{2+} , Mg^{2+}) происходят на основе частично гидролизованного полиакриламида, реакция ведет к потере вязкости раствора закачки.

Гидролиз полимера также может происходить и при низких температурах (50 °C) при определенных значениях pH раствора. Данный процесс приведет к повышенной анионности полимера, в результате чего соли кальция и магния будут осаждать полимер. Поэтому при высоких температурах следует выбирать полимер с низкой анионностью или с низкой кажущейся вязкостью [4].

Таким образом, методика полимерного заводнения является одной из перспективных технологий, которая будет активно внедряться в ближайшие годы. Применение данной технологии приводит к существенным изменениям фильтрационных потоков в продуктивном пласте, в связи с этим, выбор полимера и анализ геолого-физических свойств пласта при выборе полимера являются важным звеном в процессе полимерного заводнения.

Литература

1. Clarke A., Howe A.M., Mitchell J., Staniland J., Hawkes L.A. How Viscoelastic-Polymer Flooding Enhances Displacement Efficiency. Society of Petroleum Engineers, 2016. doi:10.2118/174654-PA. – Vol. 21. – P. 675 – 1074.
2. Rheological Properties of Stimuli-Responsive Polymers in Solution to Improve the Salinity and Temperature Performances of Polymer-Based Chemical Enhanced Oil Recovery Technologies / T. Leblanc, O. Braun, A. Thomas et al.: Paper SPE 174618 presented at the SPE Enhanced Oil Recovery Conference held in Kuala Lumpur, Malaysia, 11–13 August 2015.
3. Seright R.S. How Much Polymer Should Be Injected During a Polymer Flood? Paper SPE 179543 presented at the Improved Oil Recovery Conference, Tulsa, Oklahoma, USA, 11-13 April 2016. [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.2118/179543-MS>.
4. Повышение эффективности полимерного заводнения [Электронный ресурс]. URL: https://snf-group.ru/wp-content/uploads/2015/05/Oil-30_Years_of_EOR.pdf.
5. Полимерное заводнение для увеличения нефтеотдачи на месторождениях легкой и тяжелой нефти / А. Тома, Б. Саюк, Ж. Абирова, Е. Мазбаев // Территория «НЕФТЕГАЗ», 2017. – № 7 – 8. – С. 58 – 66.

АНАЛИЗ СЕЙСМИЧЕСКИХ АТРИБУТОВ ДЛЯ УТОЧНЕНИЯ ЛИТОЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ ДОЮРСКОГО КОМПЛЕКСА ОТЛОЖЕНИЙ

Сафроненко А.В., Райле К.Н.

Научный руководитель - инженер-исследователь А.А. Волкова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Большинство месторождений в Западной Сибири, относящихся к мезозой-кайнозойским отложениям осадочного чехла, разбурено и эксплуатируется. В связи с этим существует вероятность истощения запасов нефти в Западной Сибири. Решением данной проблемы могут стать нефтеносные доюрские отложения фундамента Западно-Сибирской плиты. Однако и с этими отложениями не всё так просто. Поскольку они приурочены к фундаменту плиты, они характеризуются сложным геологическим строением. В связи с этим требуется применение современных методов изучения месторождений. К числу таких методов можно отнести атрибутивный анализ, который можно применять при наличии данных 3D сейсморазведки.

Целью работы являлось определение комплекса сейсмических атрибутов, которые можно использовать для уточнения литологического состава верхней части доюрского комплекса отложений на примере Урманского нефтяного месторождения. В качестве основного метода исследования применялся анализ сейсмических атрибутов, комплексирование сейсмических атрибутов

Урманское нефтяное месторождение находится в Парабельском районе Томской области. Оно было открыто в 1974 году на одноименном поднятии в верхней части фундамента. Урманское поднятие представляет собой эрозионный горстовый выступ девонских карбонатов, которые характеризуются каверно-трещинным пустотным пространством. Помимо карбонатов палеозойские отложения представлены бокситами. В результате тектонических процессов и эрозии рельеф данной местности приобрёл блоковое строение. В ранней юре вследствие трансгрессии все

отложения были перекрыты тогурской глинистой пачкой, что способствовало образованию ловушек и тем самым создало условия для формирования нефтегазовых залежей [3].

Таким образом, палеозойские отложения характеризуются сложным неоднородным строением, для изучения которого требуется использование современных методов, в том числе методов сейсмической разведки с совместным использованием скважинных данных. К таким методам можно отнести атрибутный анализ. Атрибутный анализ может использоваться для качественной геологической интерпретации с изучением структурных и стратиграфических особенностей. Существует множество алгоритмов атрибутных преобразований, которые могут использоваться для выделения геологических объектов, подчеркивания неоднородностей, улучшения корреляции или прогноза фильтрационно-ёмкостных свойств [1, 4].

В работе для расчёта и комплексирования сейсмических атрибутов использовался программный комплекс Petrel. В качестве исходных данных использовались сейсмический куб и скважинные данные, описывающие тип вскрытых палеозойских пород.

Для анализа были выбраны следующие атрибуты: мгновенная частота (Instantaneous Frequency), относительный акустический импеданс (Relative Acoustic Impedance), затухание по времени (t^* Attenuation), контраст амплитуд (Amplitude Contrast) и атрибут Sweetness. Выбор этих атрибутов обусловлен каверно-трещинным пустотным пространством карбонатов. Мгновенная частота указывает на наличие зон трещиноватости, а также на изменение литологии. Акустический импеданс показывает границы неоднородности и может указывать на наличие пористости в породе. Затухание основано на затухании частот и отражает наличие трещиноватых зон. Атрибут Sweetness был рассчитан относительно атрибута Relative Acoustic Impedance [1, 2, 5].

После расчёта объёмных атрибутов для дальнейшей работы был использован поверхностный сейсмический атрибут среднеквадратичной амплитуды (RMS Amplitude), рассчитываемый в скользящем окне. Он был рассчитан для каждого объёмного атрибута по поверхности кровли палеозоя. Были выбраны окна 0, 10 и 20 мс ниже кровли палеозоя.

Для комплексирования полученных атрибутов и построения карты распространения доюрских отложений, представленных бокситами и известняками, была использована нейронная сеть Neural net программного комплекса Petrel. Также при помощи функции Correlation analysis были получены корреляционные матрицы, отражающие корреляцию атрибутов.

При использовании атрибутов с высоким коэффициентом корреляции возможно усиление помех, что будет негативно влиять на качество построения карт.

В полученных матрицах отмечается высокая корреляция относительного акустического импеданса и атрибута Sweetness. В связи с этим были построены карты с использованием всех выше перечисленных атрибутов за исключением относительного акустического импеданса, количество классов равно двум.

На рисунке отражены закономерности изменения литологического состава пород, выявленные в ходе комплексирования атрибутов с размером окна 20 мс. Наибольшая сходимость скважинных данных по керну и результатов комплексирования получена в девяти из десяти скважин.

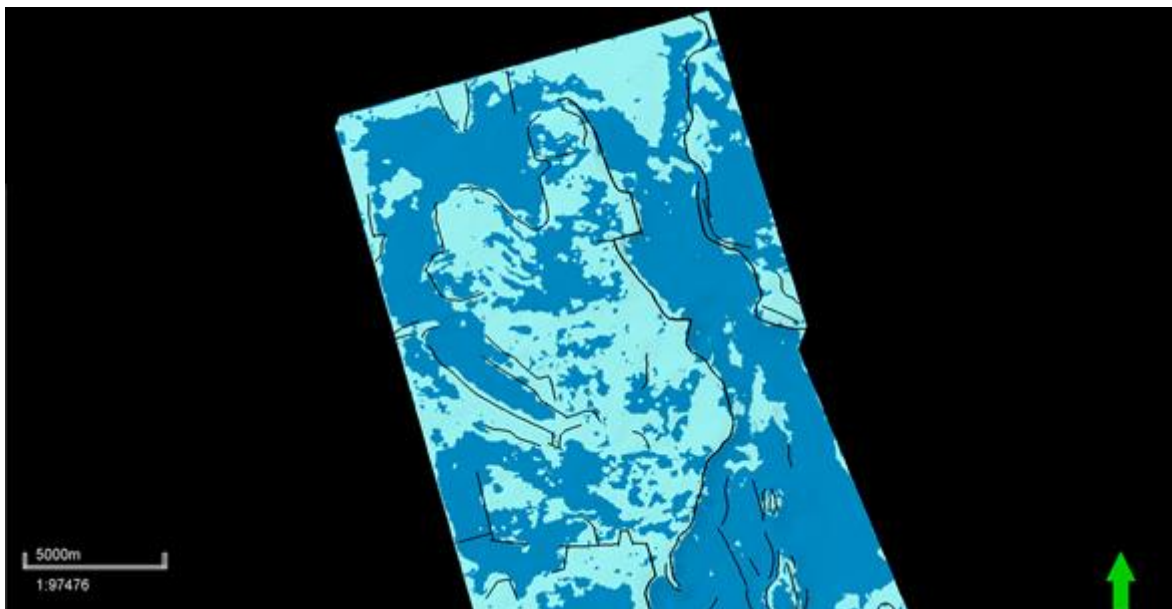


Рис. Карта распространения доюрских отложений, полученная в результате комплексирования атрибутов при помощи нейронной сети. Голубой цвет – известняки, тёмно-синий – бокситы, черным цветом показаны линии разломов

В ходе работы были выделены сейсмические атрибуты, которые можно использовать для уточнения литологического состава пород верхней части доюрских отложений. К таким атрибутам относятся: мгновенная частота, затухание по времени, контраст амплитуд и Sweetness.

Относительный акустический импеданс был исключён в связи с высоким значением корреляции с атрибутом Sweetness, что может привести к усилению помех.

При расчёте поверхностного атрибута RMS (среднеквадратичной амплитуды) следует использовать окно размером 20 мс.

Для комплексирования полученных атрибутов возможно использование нейронной сети программного модуля Petrel.

Литература

1. Волкова А.А., Меркулов В.П. Применение сейсмических методов для оценки перспектив нефтегазоносности отложений палеозойского фундамента Западно-Сибирской плиты // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, 2019. – Т. 330. – № 3. – С. 156 – 162.
2. Кирилов А.С., Закревский К.Е. Практикум по сейсмической интерпретации в Petrel. – М.: МАИ Принт, 2014. – С. 288.
3. Новые подходы к изучению нефтегазового потенциала доюрских отложений Западно-Сибирской нефтегазовой провинции / В.В. Харахинов, Н.М. Кулишкин Н.М., С.И. Шленкин и др. // Геология нефти и газа, 2015. – №. 6. – С. 63 – 77.
4. Ольнева Т.В. Сейсмофациальный анализ. Образы геологических процессов и явлений в сейсмическом изображении. – М. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2017. – С. 152.
5. Руководство по интерпретации сейсмических атрибутов / Р. Дабер, Е. Дитча, Л. Э. Густафссон и др. – Ставангер, Норвегия: Schlumberger, 2007. – 119 с.

АНАЛИЗ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА НА ТЕРРИТОРИИ БЕРЕЗНИКОВСКОГО ПАЛЕОПЛАТО

Сметкина М.А.

Научный руководитель - профессор В.И. Галкин

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь, Россия

Для образования залежей нефти и газа необходимо наличие условий для сохранности рассеянного органического вещества (РОВ) и образующихся углеводородов (УВ).

Большая часть месторождений (и ресурсной базы УВ) Соликамской депрессии находится в пределах Березниковского палеоплато, над южной частью которого сверху находится мощная толща уникального по запасам Верхнекамского месторождения калийно-магниевого солей (ВКМКС).

В данной работе изучен вопрос о влиянии соляной толщи ВКМКС на формирование и сохранность РОВ в пределах Березниковского палеоплато. Анализ проведен на основе геохимических характеристик РОВ, взятых по образцам керна более 70 скважин. Рассмотрены следующие основные показатели: содержание органического вещества (ОВ, %) и органического углерода ($C_{орг}$, %); состав РОВ – содержание хлороформенных битумоидов ($B_{хл}$, %), петролейных ($B_{пэ}$, %), спиртобензолных ($B_{сб}$, %), содержание гуминовых кислот (Гум.к., %) и нерастворимого остатка (НО, %); характеристики преобразования РОВ – коэффициент нейтральности битумоида ($K_n = B_{хл}/B_{сб}$, д.ед.), битумоидный коэффициент (β , %) [2, 4]. Проанализировано более 2000 определений для отложений верхнедевонско-турнейского карбонатного (D_3-C1t), нижневизейского терригенного ($C1v$) и верхневизейско-башкирского карбонатного ($C1v2-C2b$) комплексов. На рисунке представлено распределение значений битумоидного коэффициента для верхнедевонско-турнейской толщи.

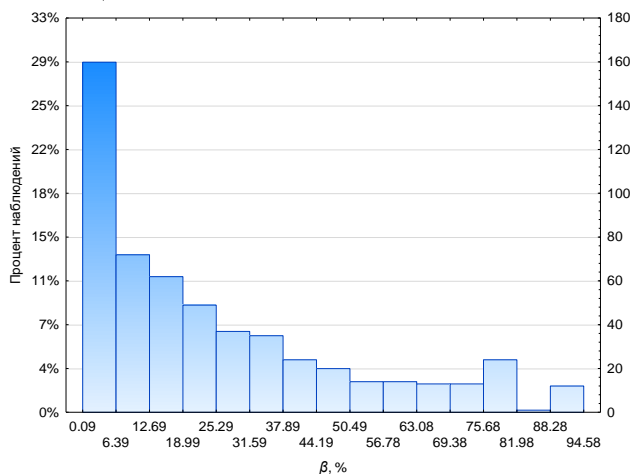


Рис. Распределение значений битумоидного коэффициента для верхнедевонско-турнейских отложений

Геохимические характеристики РОВ для каждой толщи были разделены на два класса: класс 1 – определения по скважинам, расположенным в контуре ВКМКС, класс 2 – определения по скважинам за пределами развития ВКМКС. На первом этапе с помощью t -критерия Стьюдента выполнена проверка гипотезы о различии средних значений геохимических параметров между двумя классами.

В таблице ниже для каждого комплекса отдельно по классам приведены основные статистические характеристики РОВ. Известно, что различие в выборках является статистически значимым, если расчетное значение t -критерия превышает теоретическое ($t_p > t_i$) при уровне значимости $\alpha = 0,05$ (или достигаемый уровень значимости $p \leq 0,05$). Среднее содержание ОВ и $S_{орг}$ для отложений верхнедевонско-турнейского и верхневизейско-башкирского комплексов на территории ВКМКС и за его пределами различается достаточно сильно. Визейские терригенные отложения отличаются самым высоким средним содержанием ОВ и $S_{орг}$ как в пределах контура ВКМКС, так и за контуром. Битумоидный состав РОВ статистически различается для двух классов по каждой толще. В целом содержание битумоидов ($B_{хл}$, $B_{пэ}$, $B_{сб}$, %) по определениям в контуре ВКМКС выше, чем за контуром. При этом, на территории развития соляной толщи средняя концентрация $B_{сб}$ ниже $B_{хл}$, т.е. преобладают более миграционно способные битумоиды ($B_{хл}$), а содержание более окисленных и связанных с породой битумоидов ($B_{сб}$) ниже.

Статистический анализ характеристик преобразованности РОВ показал существенные различия как между карбонатными и терригенными отложениями, так и по определениям в контуре и за контуром ВКМКС. Для отложений верхнедевонско-турнейского и верхневизейско-башкирского комплексов на территории распространения солей выявлены средние значения β равные 18,466 % и 14,080 %, что свидетельствует об автохтонности, или сингенетичности, битумоидов по отношению к нефтематеринской толще.

Для территории за контуром распространения ВКМКС по данным толщам установлены более высокие средние значения β равные 29,378 % и 24,418 %, в данном случае РОВ может быть отнесено к аллохтонному, или эпигенетическому, типу [1, 3]. Отложения визейского терригенного комплекса отличаются относительно низкими средними значениями β (9,660 % и 7,354 % для классов 1 и 2 соответственно).

Таблица

Сравнение средних значений геохимических характеристик РОВ

Параметр	D_3-C_{1f}		C_{1v}		$C_{1v2}-C_{2b}$	
	Класс 1	Класс 2	Класс 1	Класс 2	Класс 1	Класс 2
НО, %	<u>14,665</u> 0,094-98,520	<u>13,241</u> 0,012-99,500	<u>91,696*</u> 7,250-99,910	<u>84,837*</u> 0,370-98,820	<u>19,507*</u> 0,340-96,510	<u>12,234*</u> 0,070-97,130
$S_{орг}$, %	<u>0,730*</u> 0,010-20,250	<u>0,440*</u> 0,010-11,630	<u>3,124</u> 0,040-62,310	<u>1,892</u> 0,040-12,960	<u>0,642*</u> 0,010-6,010	<u>0,316*</u> 0,010-3,230
ОВ, %	<u>0,898*</u> 0,012-23,895	<u>0,551*</u> 0,013-14,538	<u>3,904</u> 0,050-77,888	<u>2,371</u> 0,050-16,200	<u>0,853*</u> 0,013-7,993	<u>0,420*</u> 0,013-4,296
$B_{пэ}$, %	<u>0,006*</u> 0,0-0,156	<u>0,002*</u> 0,0-0,080	<u>0,014*</u> 0,0-0,313	<u>0,002*</u> 0,0-0,020	<u>0,014*</u> 0,0-0,313	<u>0,003*</u> 0,0-0,080
$B_{хл}$, %	<u>0,140*</u> 0,0-5,0	<u>0,065*</u> 0,0-0,313	<u>0,318*</u> 0,0-5,0	<u>0,066*</u> 0,003-0,313	<u>0,229*</u> 0,0-5,00	<u>0,046*</u> 0,0-0,469
$B_{сб}$, %	<u>0,086*</u> 0,0-1,870	<u>0,060*</u> 0,001-0,830	<u>0,202*</u> 0,0-5,0	<u>0,089*</u> 0,005-0,313	<u>0,112*</u> 0,0-2,50	<u>0,044*</u> 0,0-0,156
Гум.к., %	<u>0,002*</u> 0,0-0,156	<u>0,001*</u> 0,0-0,020	<u>0,029*</u> 0,0-0,235	<u>0,003*</u> 0,0-0,020	<u>0,006*</u> 0,0-0,156	<u>0,001*</u> 0,0-0,010
K_n , д. ед.	<u>1,220</u> 0,040-32,051	<u>1,360</u> 0,032-11,800	<u>1,143*</u> 0,095-10,661	<u>0,737*</u> 0,063-5,90	<u>1,164</u> 0,120-26,525	<u>0,938</u> 0,03-5,263
β , %	<u>18,466*</u> 0,089-94,582	<u>29,378*</u> 0,185-91,429	<u>9,660</u> 0,070-81,800	<u>7,354</u> 0,242-91,429	<u>14,080</u> 0,133-93,985	<u>24,418</u> 0,147-90,515

Примечание: в числителе – среднее арифметическое значение, в знаменателе – размах значений, * – различие средних значений в классах статистически значимо ($p \leq 0,05$)

Для исследуемых нефтегазоносных комплексов проанализированы корреляционные матрицы по геохимическим характеристикам РОВ с учетом положения скважин относительно контура ВКМКС. Всего было исследовано по 36 пар показателей в контуре и за контуром ВКМКС. Для карбонатных отложений верхнедевонско-турнейского комплекса и терригенных отложений визейского комплекса отмечено принципиальное различие корреляционных связей между содержанием органического углерода и концентрацией битумоидов. Для верхнедевонско-турнейской толщи коэффициенты корреляции между $S_{орг}$ и $B_{сб}$, $S_{орг}$ и $B_{хл}$ значительно выше в пределах контура ВКМКС (значения $r = 0,65$ и $0,69$), чем за территорией распространения соляной толщи (значения $r = 0,30$ и $0,22$). Визейские терригенные отложения, напротив, характеризуются низкими значениями коэффициентов корреляции между $S_{орг}$ и $B_{сб}$, $S_{орг}$ и $B_{хл}$ в пределах контура ВКМКС (значения $r = 0,33$ и $0,30$) и высокими значениями r за пределами распространения ВКМКС (значения $r = 0,61$ и $0,63$).

Таким образом, по скважинам, расположенным в пределах развития соляной толщи ВКМКС (класс 1) и за ее пределами (класс 2), выявлены различия в средних значениях характеристик РОВ. Содержание битумоидов ($B_{хл}$, $B_{пэ}$, $B_{сб}$) по определениям в контуре ВКМКС выше, чем за контуром. Карбонатные отложения отличаются наиболее высокими значениями битумоидного коэффициента по сравнению с терригенными. На территории развития соляной толщи РОВ карбонатных комплексов может быть отнесено к автохтонному, или сингенетическому, типу.

Литература

1. Галкин В.И., Козлова И.А. Разработка вероятностно-статистических регионально-зональных моделей прогноза нефтегазоносности по данным геохимических исследований верхнедевонских карбонатных отложений // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, 2016. – № 6. – С. 40 – 45.

2. Геохимические показатели РОВ пород как критерии оценки перспектив нефтегазоносности / В.И. Галкин, И.А. Козлова, О.А. Мелкишев, М.А. Шадрин // Нефтепромысловое дело, 2013. – № 9. – С. 28 – 31.
3. Геология и геохимия нефти и газа: учеб. / О.К. Баженова, Ю.К. Бурлин, Б.А. Соколов, В.Е. Хаин; под ред. Б.А. Соколова. – М.: Изд-во Моск. гос. ун-та, 2000. – 384 с.
4. Козлова И.А., Галкин В.И., Ванцева И.В. К оценке перспектив нефтегазоносности Соликамской депрессии с помощью геолого-геохимических характеристик нефтегазоматеринских пород // Нефтепромысловое дело, 2010. – № 7. – С. 20 – 23.

ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЯ И РАЗВИТИЕ ПОРОВОГО ПРОСТРАНСТВА В ОТЛОЖЕНИЯХ ПРИЛИВНО-ОТЛИВНОЙ РАВНИНЫ НА ЮГО-ВОСТОКЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Староселец Д.А.

Научный руководитель - доцент П.В. Смирнов П.В.

Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия

На территории юго-востока Западной Сибири существенные запасы углеводородов приурочены к отложениям васюганской свиты верхнего отдела юрской системы. Её формирование во многом связано с переходными обстановками осадконакопления, получившими широкое распространение на данной территории в исследуемый период времени. Одной из вышеперечисленных обстановок является приливно-отливная равнина – ватт. Ватт представляет собой широкую низменную равнинную территорию, подвергающуюся воздействию приливно-отливных процессов при которых формируется так называемая песчаная, смешанная и илистая равнины. Их образование обычно представлено закономерным переходом песчаной равнины к смешанной, затем – к илистой и переходу к приморскому болоту (солёному маршу). Нередко характерным для отложений является присутствие в составе галита, оказывающего влияние на фильтрационные параметры породы. Данная особенность подтверждает формирование отложений в областях, связанных с морским воздействием.

Неустойчивость обстановки формирования, большое разнообразие субфаций, влияние процессов приливного, волнового и континентального характера приводит к образованию пород с разнообразным литологическим составом и сложным поровым пространством. Это обуславливает необходимость изучения отложений приливно-отливного генезиса с применения методов, позволяющих наиболее детально изучить минеральный состав пород и характер их порового пространства. Наиболее информативным для таких целей является применение РЭМ (растровой электронной микроскопии) в комплексе с изучением элементного состава пород с использованием режимов рассеянных и обратно рассеянных электронов.

На основании изучения ядерного материала, диагностики химических сигналов и структурно-текстурных особенностей специфицировался генезис отложений приливно-отливной обстановки. При помощи методов литолого-фациального анализа, главным из которых являлся метод анализа структурных и текстурных особенностей пород, на основании которого произведена дифференциация отложений на субфации и литогенетические типы пород. Интерпретация опиралась на положения, высказанные и апробированные в работах ряда исследователей [1-4]. Значимой характеристикой ватта является наличие характерной ритмической чёткой горизонтальной слоистости с выраженными слоевыми швами, сдвоенный характер слоёв, называемый драпировкой. Особое внимание уделяется анализу закономерности формирования таких отложений и их парагенетических переходов. После идентификации отложений производился анализ пород при помощи РЭМ (рис.).

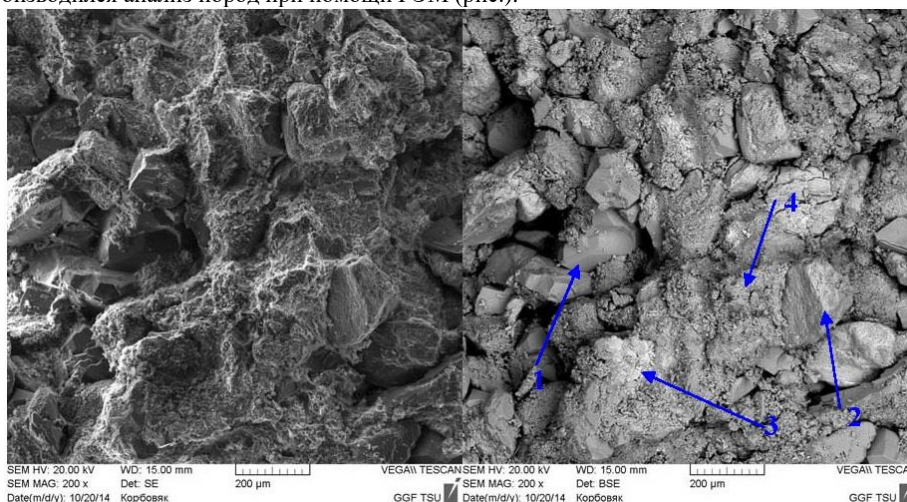


Рис. Микроструктура и минеральные компоненты пласта Ю² васюганской свиты: 1 – кварц, 2 – КПШ+галит, 3 – хлорит, 4 – иллит+галит

В ходе исследований с использованием метода РЭМ, были выявлены следующие характеристики пород:

1. Основными породообразующими минералами являются: кварц, калиевый полево шпат, альбит. Преобладание в минеральном составе кварца указывает на длительную переработку материала водным потоком.

2. Цемент осадочной породы относится по минеральному составу к глинистому, в отдельных участках карбонатному и сложен главным образом иллитом, в меньшей мере каолинитом. Каолинит распространен повсеместно, достаточно равномерно, заполняет межзерновые полости чешуйчатыми, червеобразными и комковатыми агрегатами, образуя поровую цементацию породы. Гидрофлюидный цемент распределен достаточно равномерно, представлен фрагментарными, прерывистыми пленками, окутывающими терригенные зерна чешуйчатыми агрегатами, и заполняя межзерновые пустоты, образуя порово-пленочную цементацию породы.

3. В составе породы выявлено присутствие галита, оказывающего отрицательное воздействие на фильтрационные параметры породы и свидетельствующего о заслонении коллекторов. В среднем, при наличии в породе галита, пористость уменьшается на 1-2%, а проницаемость ухудшается до 1,5 раз.

4. Поровое пространство представлено межзерновыми порами открытого типа, распределенными равномерно. В основном размер пор варьируется от 5-30 мкм, единичные пустоты достигают размера 75 мкм. Согласно классификации Калинко М.К., поры по размеру относятся к очень мелким.

Литература

1. Алексеев В.П. Литолого-фациальный анализ: учебно-методическое пособие к практическим занятиям и самостоятельной работе по дисциплине «Литология». – Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2003. – 147 с.
2. Ботвинкина Л.Н. Слоистость осадочных пород. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 543 с.
3. Чернова О.С. Научные основы построения геостатических моделей и геометризации юрско-меловых природных резервуаров Западной Сибири на базе петрофизических и седиментологических исследований керн: дисс. на соиск. учен. степ. докт. геолого-мин. наук. – Томск, 2018. – 522 с.
4. Чернова О.С. Обстановки седиментации терригенных природных резервуаров: учебное пособие. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2011. – 108 с.

ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕРХНЕДЕВОНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЧАГИНСКОЙ СВИТЫ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ НЮРОЛЬСКОЙ МЕГАВПАДИНЫ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Старцев И.Д.

Научный руководитель - доцент Г.М. Татьяна

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Нюрольская мегавпадина, расположенная на юго-востоке Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна, является объектом для поиска залежей нефти и газа как в мезозойских отложениях, так и в палеозойских толщах. В юго-восточной части Нюрольской мегавпадины залежи нефти и газа открыты на Арчинском, Урманском, Герасимовском, Калиновом, Северо-Калиновом, Тамбаевском, Останинском, Северо-Останинском и других месторождениях [1].

Исследуемые отложения на данной территории стратиграфически относятся к девонской системе, а именно – к верхней подсвите чагинской свиты. Согласно опубликованным данным, они представлены кремнями, радиоляриями, чередующимися с кремнеаргиллитами, кремнеизвестняками, окремненными аргиллитами, иногда с прослойками органогенно-биокластических известняков. Породы участками битуминозные, доломитизированные [2]. Отложения в изучаемом разрезе скважины А представлены карбонатно-кремнистыми и кремнисто-карбонатными породами, карбонатистыми силицитами, органогенными известняками. Породы имеют разную структуру – от тонко-мелкозернистых, сферолитовых до органогенно-обломочных и разную степень трещиноватости.

Карбонатно-кремнистые породы сложены разными агрегатами. Основная масса пород представлена опаловым, кремнистым (рис. 1), кварц-халцедоновым составом (рис. 2). В этой массе располагаются перекристаллизованные обломки радиолярий разной формы размерами от 0,02 мм до 0,30 мм, сложенные халцедоном. Породы в значительной степени имеют тонкозернистую микроструктуру. Карбонатные минералы представлены агрегатами доломита и сидерита, которые имеют сферолитовую форму (~20%). В породах наблюдаются пелитоморфные образования и изометричные зерна размерами до 0,8 мм, чья доля в шлифе составляет около 15%. По результатам микроанализа на растровом электронном микроскопе было установлено, что ядра этих агрегатов, сложены родохрозитом, а внешняя оболочка – сидеритом.



Рис. 1 Карбонатно-кремнистая мелкозернистая порода. Николи II



Рис. 2 Карбонатно-кремнистая порода халцедонового состава с перекристаллизованными обломками радиолярий. Николи II

СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

В кремнисто-карбонатных породах преобладают карбонатные минералы (кальцит, доломит и сидерит), которые занимают ~70 % площади шлифа от основной породы. Зёрна доломита имеют округлое сферолитовое строение. Иногда встречаются изометричные агрегаты ромбовидной формы размером до 0,7 мм (рис. 3).

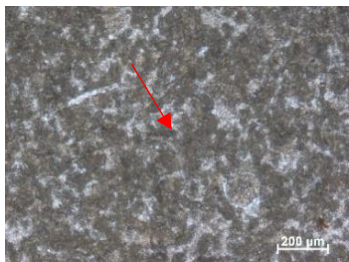


Рис. 3 Кремнисто-карбонатная порода. Сидерит мелко-тонкозернистый. Николи II

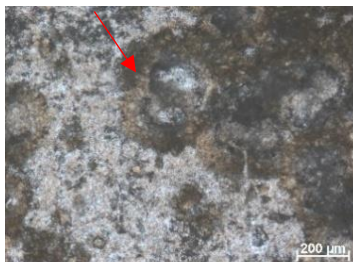


Рис. 4 Скопления сферолитового доломита. Николи II

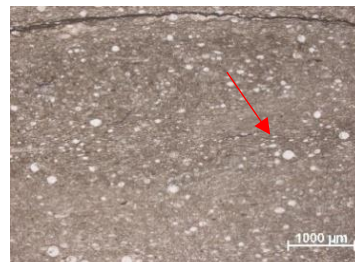


Рис. 5 Раковины радиолярий. Николи II

Кристаллы сидерита темно-желтого, бурого цвета имеют мелкозернистую структуру и округлое, а иногда неправильное строение размерами от 0,03 до 0,1 мм (рис. 4). Органогенный материал представлен сферолитовыми раковинами радиолярий, сложенными радиально-лучистым агрегатом халцедона и замещенными карбонатными минералами (рис. 5).

Слоистые карбонатные силициты представлены кремнистыми агрегатами. Большая часть породы сложена кремнистой массой, в которой расположены округлые обломки раковин радиолярий преимущественно халцедонового состава. Их размер варьирует от 0,03 до 0,30 мм (рис. 6). Другая часть породы отличается от основной массы и сложена опал-кварцевым тонкозернистым материалом, который в большей степени обогащен карбонатами – сидеритом и доломитом (рис. 7). Зёрна сидерита имеют желтоватую окраску и чаще всего встречаются в виде уплощенных агрегатов размерами до 0,4 мм, однако иногда в породе присутствуют в виде сферических образований – оолитов. Зёрна доломита имеют более светлые очертания и представлены изометричной формой размерами от 0,04 до 0,10 мм, которые скапливаются в линзовидных участках.



Рис. 6 Слоистый карбонатный силицит с кремнистой микрозернистой основной массой. Николи II

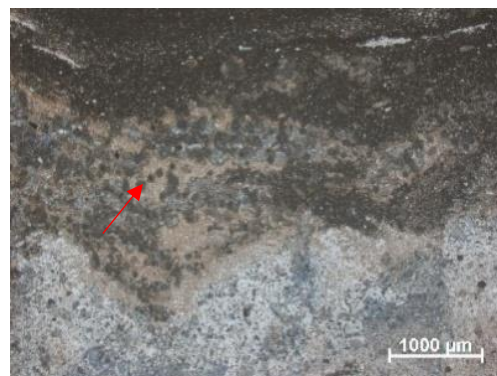


Рис. 7 Слоистый карбонатный силицит с опал-кварцевой тонко-микрозернистой массой. Уплощенные зерна сидерита. Николи II

Микроскопическое изучение органогенных известняков позволило установить, что породы сложены кристаллами кальцита микрозернистой размерности неправильной формы, которые тесно прилегают друг к другу. В породе наблюдаются органогенные микровключения реликтов плохой сохранности (рис. 8). По всей породе встречаются пелитоморфные образования карбонатных минералов с нечетко выраженными контурами (рис. 9).

Во всех типах пород присутствует органическое вещество бурого и темно-бурого цвета. В одних случаях оно наблюдается в виде пятен, окрашивающих кремнистый и карбонатный материал, в других – в виде мелких вкраплений и примазок. Также в породах отмечаются бугорчатые слойки, насыщенные органическим веществом, которые образуют стилолитовые швы толщиной до 5-6 мм с хорошо выраженными волнистыми контурами (рис. 10).

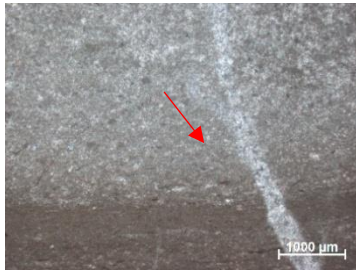


Рис. 8 Тонко-мелкозернистый органогенный известняк, сложенный кристаллами кальцита. Николи II

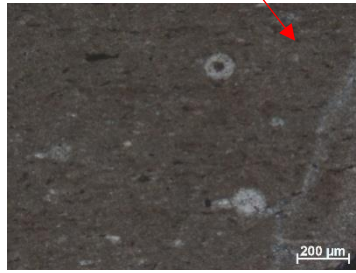


Рис. 9 Пелитоморфные комочки карбонатов. Николи +

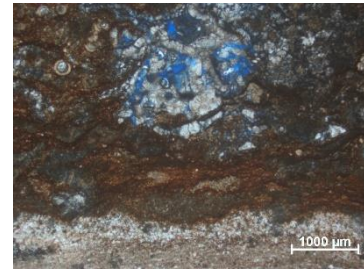


Рис. 10 Прослой органического вещества темно-бурого цвета. Николи II

Литолого-фациальный анализ позволил установить, что образование данных пород происходило в морских условиях при нормальной и повышенной солености. Исследуемые отложения приурочены к фациальной зоне нижней части рифового склона.

Таким образом, по выделенным петротипам данные породы можно отнести к отложениям верхней подсвиты чагинской свиты.

Литература

1. Конторович В.А. Сейсмогеологические критерии нефтегазоносности зоны контакта палеозойских и мезозойских отложений западной Сибири // Геология и геофизика, 2007. – Т. 48. – № 5. – С. 538 – 547.
2. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Палеозой Западной Сибири / Е.А. Елкин., В.И. Краснов, Н.К. Бахарев и др. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2001. – 163 с.

ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ОТЛОЖЕНИЙ ТАНОПЧИНСКОЙ СВИТЫ В ПРЕДЕЛАХ СЕВЕРО-ТАМБЕЙСКОЙ ПЛОЩАДИ Сухих А.О., Афонин И.В.

Научный руководитель - доцент И.В. Афонин

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Район исследования находится в северной части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, Ямало-Гыданской нефтегазоносной области. Для полуострова характерны месторождения углеводородов, которые имеют газоконденсатный характер насыщения. Продуктивные пласты в основном датируются меловым возрастом [2, 4]. Объектом исследования является фрагмент разреза, представленный отложениями танопчинской свиты в пределах Северо-Тамбейского месторождения. В разрезе свиты можно выделить две различающиеся по строению и условиям образования подсвиты: нижнюю – готеривскую и верхнюю – баррем-аптскую. Нижняя часть свиты (проницаемые пласты ТП17–ТП26) входит в состав зареченского горизонта, верхняя часть свиты (проницаемые пласты ТП1–ТП16) отнесена к покурскому надгоризонту [3].

Основным инструментом исследования являются результаты структурно-текстурного анализа керна и данные рентгеноструктурного анализа (РСА) в количестве 38 образцов. Работы выполнены в лаборатории Центр коллективного пользования «Аналитический центр геохимии природных систем» (НИ ТГУ).

Нижняя подсвита (K_1tp_1) вскрыта на месторождении в интервале глубин 2470-2640 м (рис. 1). Она сложена переслаиванием светло-серых алевролитов с серыми глинами. В текстурном плане отмечается преобладание хорошо выраженной пологоволнистой слоистости (рис. 1а). По разрезу часто встречаются следы перерывов в осадконакоплении и перемыва ранее образовавшихся пород. Достаточно широко развиты полого- и линзовидно-волнистая слоистость со следами взмучивания (рис. 1б). В подошве свиты наблюдаются несколько идентичных перерывов в осадконакоплении, где с неровным контактом залегают светлые алевролиты со слоистостью тонкой волнистой на серых алевролитах с субгоризонтальной слоистостью (рис. 1в и 1г).

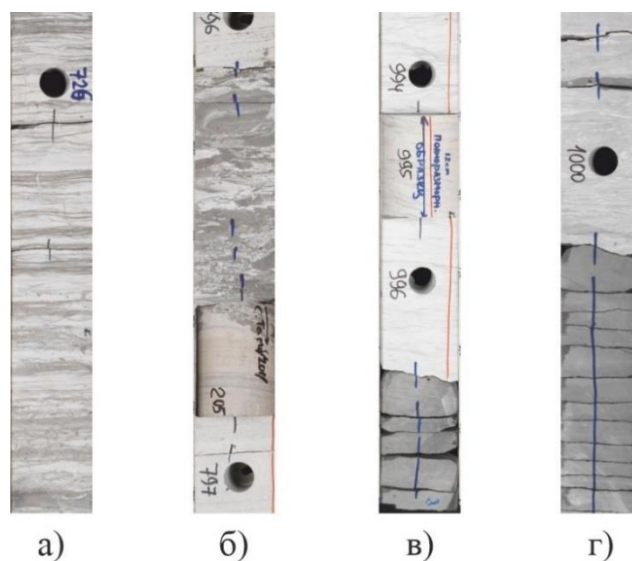


Рис. 1 Образцы кенового материала нижней подсвиты танопчинской свиты (К1np1).
Глубины отбора: а) 2471 м; б) 2516 м; в) 2614 м; г) 2637 м

В минералогическом плане для нижней подсвиты отмечается общее преобладание кварца (52-84 %), меньшим распространением характеризуются полевые шпаты: калиевые (3-12 %) и натриевые (7-22 %); спорадически отмечается кальцит (от 2 до 14 %). Сумма глинистой компоненты варьирует от 2 до 14 % с явным преобладанием каолинита.

Верхняя подсвита (К1np2) вскрыта на интервале 1800-2295 м и представлена типично угленосной сероцветной формацией. Для этой части разреза характерно неравномерное чередование песчано-алевролитовых и глинистых горизонтов, меняющихся по площади и по разрезу, с различными литологическими переходами (рис. 2). В текстурном плане отмечаются горизонтальная равномерная (рис. 2г), пологоволнистая параллельная (рис. 2б) слоистость. Аргиллиты тёмно-серые с грубой волнисто-косослоистой текстурой сменяются на мощные пласты песчаников светло-серых мелкозернистых с массивной или слабовыраженной слоистой текстурой. Для пород верхней подсвиты на протяжении всего разреза характерно наличие хорошо выраженных остатков детрита (рис. 2б) и наличие угленосных пластов, мощность которых меняется от нескольких десятков сантиметров до 2 метров (рис. 2в). Кровлю танопчинской свиты на территории Северо-Тамбейского месторождения можно предполагать на отметке 1807 м (рис. 2а). Здесь аргиллиты тёмно-серые с грубой волнисто-косослоистой текстурой сменяются на мощные пласты песчаников светло-серых мелкозернистых с массивной или слабовыраженной слоистой текстурой. Аналогичных выше залегающим тёмно-серых аргиллитов с грубой волнисто-косослоистой текстурой в разрезе свиты не было.

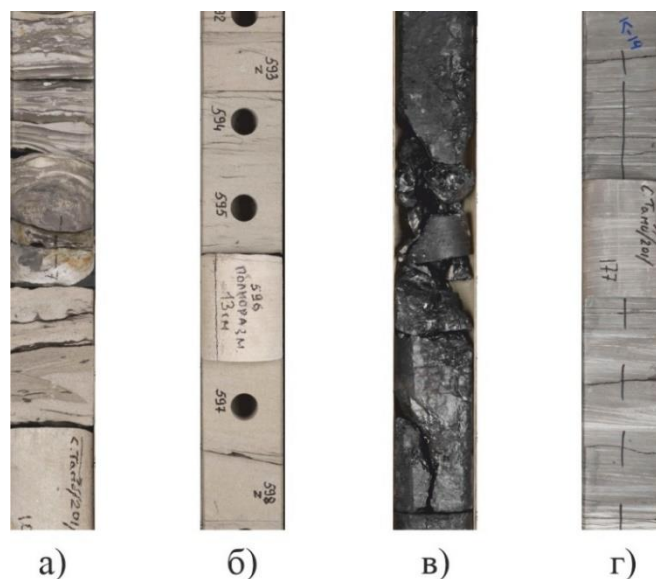


Рис. 2 Образцы кенового материала верхней подсвиты танопчинской свиты (К1np2).
Глубины отбора: а) 1807 м; б) 1997 м; в) 2030 м; г) 2292 м

Минералогически породы сложены кварцем (56-87 %), полевыми шпатами: калиевыми (1-12 %) и натриевыми (3-21 %). По сравнению с нижней подсвитой более широко развиты карбонатные минералы: кальцит (4-17 %), доломит (5-27 %) и сидерит (1-7 %). Сумма глинистой компоненты варьирует от 2 до 13 % с явным преобладанием каолинита.

Результаты проведенного исследования пород танопчинской свиты показали, что для нижней подсвиты можно выделить условия формирования в открытом подвижном бассейновом мелководье [1]. Для пород верхней подсвиты условия формирования соответствуют заливно-лагунному побережью, где фация глинисто-алевритовых осадков полуизолированных частей побережья заливов и лагун, сменяется вверх по разрезу на фацию песчано-алевритовых осадков малоподвижного мелководья [1]. Таким образом, условия осадконакопления танопчинской свиты в пределах Северо-Тамбейской площади соответствует прибрежно-морским.

Работа выполнена в рамках Госзадания Министерства Науки и высшего образования РФ (проект № 0721-2020-0041).

Литература

1. Алексеев В.П. Атлас субаквальных фаций нижнемеловых отложений Западной Сибири (ХМАО-Югра). – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014. – 284 с.
2. Геологическое строение и нефтегазоносность региональных резервуаров юры и мела в Карско-Ямальском регионе и прогноз распределения в них углеводородов / В.А. Казаненков, С.Е. Ершов, С.В. Рыжков, Е.В. Борисов, Е.В. Пономарева, Н.И. Попова, М.Н. Шапорина // Геология нефти и газа Западной Сибири, 2017. – № 1. – С. 27 – 49.
3. Решение 6-го межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточнённых стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири, Новосибирск, 2003 г. (объяснительная записка). – Новосибирск: Изд-во СНИИГГиМС, 2004. – 114 с.
4. Скоробогатов В.А., Строганов Л.В., Колеев В.Д., Геологическое строение и газонефтеносность Ямала – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2003. – 352 с.

ОЦЕНКА ИНФОРМАТИВНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПЛАСТА НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ОБЪЕКТАХ ПО КРИВЫМ СТАБИЛИЗАЦИИ ДАВЛЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН

Хагай Д.Э.

Научный руководитель - профессор О.С. Чернова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На сегодняшний день основным источником информации при планировании и контроле разработки месторождения являются гидродинамические исследования скважин (ГДИС). Выполнить полноценный охват исследований на действующем фонде затруднено в связи с технологическими и экономическими ограничениями. В связи с этим весьма актуальным становится совершенствование методов определения гидродинамических параметров пласта на эксплуатационных объектах в процессе исследования.

В настоящее время в нефтяных компаниях в связи внедрением новых ресурсосберегающих технологий выполняется большой объем бурения горизонтальных скважин, оснащенных системами погружной телеметрии (термоманометрические системы, ТМС), которые позволяют перейти от затратных и не всегда эффективных стандартных методов ГДИС к постоянному мониторингу и выборочной интерпретации данных, получаемых от скважин в постоянном режиме времени [1].

Обработка данных ТМС горизонтальных скважин существенно сложнее обработки данных скважин с наклоном направленным/вертикальным стволом. Это обусловлено тем, что геометрия скважины совершенно иная. На рис. 1 представлена классическая модель притока в скважину с горизонтальным окончанием. На производной давления последовательно выделяются режимы течения, характерные для скважины с горизонтальным окончанием.

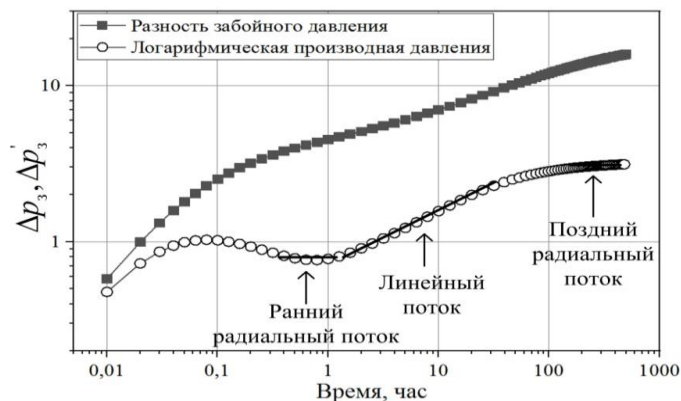


Рис. 1 Основные режимы притока к горизонтальному стволу скважины

СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Однако же действительность гораздо сложнее: для выделения последовательно всех режимов течения, наличия позднего радиального потока в горизонтальной плоскости и определения всех гидродинамических параметров пласта, регистрация кривой восстановления давления КВД должна быть достаточно продолжительной, что ведет к значительным потерям нефтедобычи.

Анализ динамических данных по кривой стабилизации давления КСД может быть использован для увеличения зоны исследования в сравнении с анализом кривой восстановления давления, так как имеет большую продолжительность исследования, что позволяет выделить основные типы притока горизонтальной скважины (рис. 1) [2]. Анализ динамических данных – естественное дополнение/альтернатива средств анализа ГДИС при наличии исторических данных дебита и забойных давлений. Идея подобного исследования очень простая: в течение длительного времени проследить работу скважины и, на основе полученных данных по анализу истории дебитов и забойного давления, провести оценку параметров пласта и скважины. Анализ производится для определения текущего и потенциального объема дренирования скважин, типа и удаленности границ, гидропроводности пласта, межскважинной связности, восстановления истории пластового давления и продуктивности скважин, а также для оценки определения физико-емкостных свойств пласта, без дополнительных полевых операций.

С целью определения отношения основных гидродинамических параметров было проведено практическое исследование. Рассматривалась сетка из 19 скважин на одном эксплуатационном объекте разработки (рис. 2).

Объект исследования – горизонте ЮВ₁. В горизонте ЮВ₁ выделено три достаточно сложных по строению пласта ЮВ₁¹, ЮВ₁², ЮВ₁³, характеризующиеся значительной литологической изменчивостью и положением водяных контактов. Нефть горизонта ЮВ₁ залегают в условиях повышенных пластовых давлений и температур. Нефть недонасыщена газом, давление насыщения в среднем 16 МПа. Используемые параметры пласта приведены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры пласта

Начальная температура пласта	T	92	С
Начальное давление	P _i	25.5	МПа
Давление насыщения	P _b	16	МПа
Газовый фактор	R _s	173.93	м ³ /т
Общая сжимаемость системы	C _t	8.33565E-5	(кгс/см ²)
Пористость	φ	2.84900E-4	д.ед

На анализируемом участке выбрано 4 опорных скважины: №№3046, 3048, 3052, 3054. Скважины эксплуатируются механизированным способом (ЭЦН). На скважинах производилась непрерывная запись давления с помощью датчика ТМС (система телеметрии). На рис. 3 приведена история по давлению и дебиту опорных скважин.

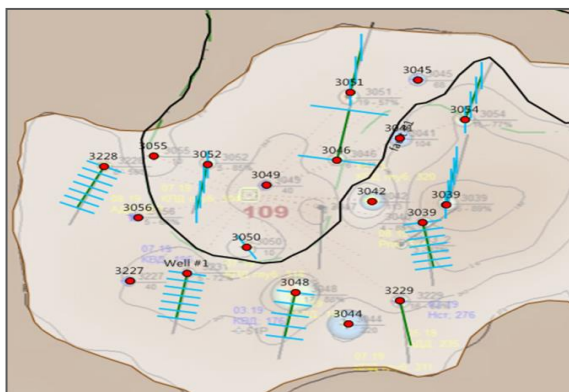


Рис. 2 Фрагмент моделированного участка



Рис. 3 Общий вид исходных данных для анализа по 6 скважине

Основная цель данного исследования – в течение длительного времени восстановить историю пластового давления и продуктивности опорной скважины, на основе полученных зависимостей определить взаимовлияние между скважинами, оценить гидропроводность межскважинных интервалов, спрогнозировать динамику пластового давления для произвольных режимов работы опорных скважин. Используемые параметры PVT приведены в табл. 2.

Таблица 2

Параметры PVT используемые при интерпретации

Вязкость нефти	μ _o	0.43	сПз
Вязкость воды	μ _w	0.5	сПз
Объемный коэффициент нефти	Bo	1	м ³ /м ³
Объемный коэффициент воды	Bw	809	м ³ /м ³
Плотность нефти	ρ _o	1018	кг/м ³
Плотность воды	ρ _w	0.161	кг/м ³

На рис. 4 и 5 приведены результаты интерпретации в билогарифмических координатах математической модели скважин №3046 и 3048: рассматриваемые скважины с горизонтальным окончанием ствола. Период исследования более 1000 ч.

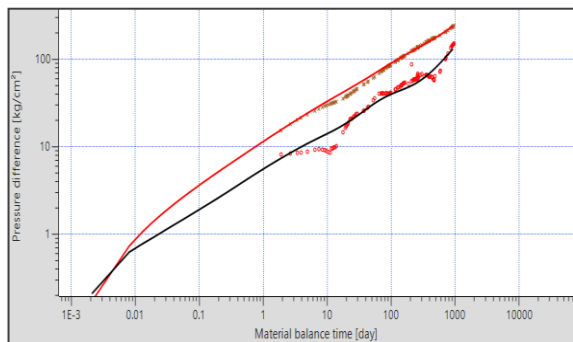


Рис. 4 Диагностический график скважины №3046

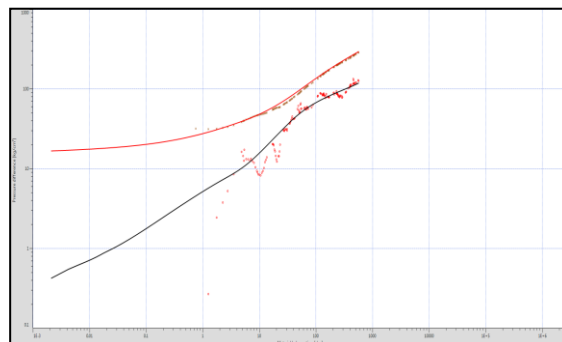


Рис. 5 Диагностический график скважины №3048

По результатам анализа были получены параметры пласта и скважины, взаимовлияние между скважинами, ФЕС межскважинного интервала и оценено энергетическое состояние пласта. Результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты рассматриваемого участка

Скважина №	3046	3048	3052	3054	3231
Проницаемость, мД	1.02	1.57	1.35	1.25	1.01
Гидропроводность, мД*м/сП	1.81E+01	5.00E+01	1.13E+01	3.55E+01	1.63E+01
Пьезопроводность м ² /с	4.83E-03	7.49E-03	6.44E-03	6.78E-03	7.16E-03
Общий скин-фактор	-7.2	-6.4	-6.89	-3.45	-7.2
Пластовое давление на ВДП, ат.	170	181	173	180	183

Для сравнения текущего пластового давления в скважинах и физико-емкостных свойств пласта, были произведены остановки для исследования методом КВД. Анализ сравнения результатов КВД и КСД показал высокую сходимость: погрешность составила порядка 7-13%.

Таким образом, в результате проведенных интерпретаций методом кривой стабилизации давления доказана возможность его внедрения в качестве дополнения к исследованиям на неустановившихся режимах фильтрации, а в некоторых случаях и их альтернативы. С экономической точки зрения, применение на объектах добывающего фонда представляется особенно актуальным и перспективным.

Литература

1. Кременецкий М.И., Ипатов А.И. Стационарный гидродинамико-геофизический мониторинг разработки месторождений нефти и газа. – М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2018. – 796 с.
2. Узе О., Витура Д., Фьярз О. Анализ динамических потоков. – М.: Карра, 2017. – Вып. 5.12.01. – 743 с.

ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СУРГУТСКОГО СВОДА НА ПРИМЕРЕ КОЧЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ Хуснуллин Т.Р.

Научный руководитель - профессор С.К. Мустафин

Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН, г. Уфа, Россия

Кочевское нефтяное месторождение расположено в северо-западной части Сургутского района Ханты-Мансийского автономного округа Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. На этом месторождении, как и на двух других (Северо-Кочевском и Северо-Конитлорском), входящих в Кочевскую группу месторождений, основные залежи нефти приурочены к трем нефтегазоносным комплексам (НГК): неокомскому (пласты БС10), ачимовскому (пласты Ач2-12) и васюганскому (пласт ЮС1/1) [1].

На Кочевском месторождении (рис. 1), введенном в разработку в 1996 г., за время эксплуатации [2] «добыча велась практически только из пластов группы БС. Запасы ачимовских пластов, составляющие более 63% от начальных извлекаемых запасов месторождения, не разрабатываются. Из скважин, запущенных в работу на пласты ачимовской толщи, получены высокообводненные притоки с дебитами нефти.

Принятая на государственном балансе геологическая модель, построенная по результатам бурения и испытания единичных поисковых и разведочных скважин, не позволяет планировать работы по разработке залежей и объяснить причины получения воды из эксплуатационных скважин, находящихся в непосредственной близости от продуктивных скважин.

СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Без переосмысления геологической модели, выделения участков с улучшенными ФЕС, разработка ачимовских пластов Кочевского месторождения не эффективна».



Рис. 1 Кочевское месторождение. Данные об извлекаемых запасах [2]

При построении концептуальных геологических моделей юрского комплекса Кочевского месторождения необходимо, кроме традиционных представлений о секвенс-стратиграфической цикличности осадконакопления, использовать комплекс геолого-геофизической и геолого-промысловой информации о блоковом строении отдельных участков продуктивных пластов, а также учитывать неравномерное нефтенасыщение коллектора по разрезу в связи с его литологическими особенностями и низкой проницаемостью.

В настоящее время васюганский основной НГК региона, является одним из наименее изученных в связи с недостаточным объемом исходной геологической информации, полученной по результатам комплексных исследований единичных разведочных скважин. Поэтому в процессе эксплуатационного бурения необходимо уточнять и дополнять полученную ранее информацию.

Автором проведен анализ юрских отложений Кочевского месторождения. Результаты газового каротажа получены с помощью газоаналитического комплекса «Рубин».

Рассмотрим литологическую неоднородность продуктивного пласта ЮС1/1 в пределах одной скважины по данным геолого-геохимических исследований и газового каротажа при бурении скважины 5848Л. На рис. 2 представлены результаты при бурении первого ствола скважины. С глубины 3340 м наблюдается преобладание алевролитов в пробах шлама и снижение суммарных газопоказаний.

При дальнейшем углублении происходит увеличение процентного соотношения аргиллитов и незначительное падение суммарных газопоказаний без изменения относительного состава.

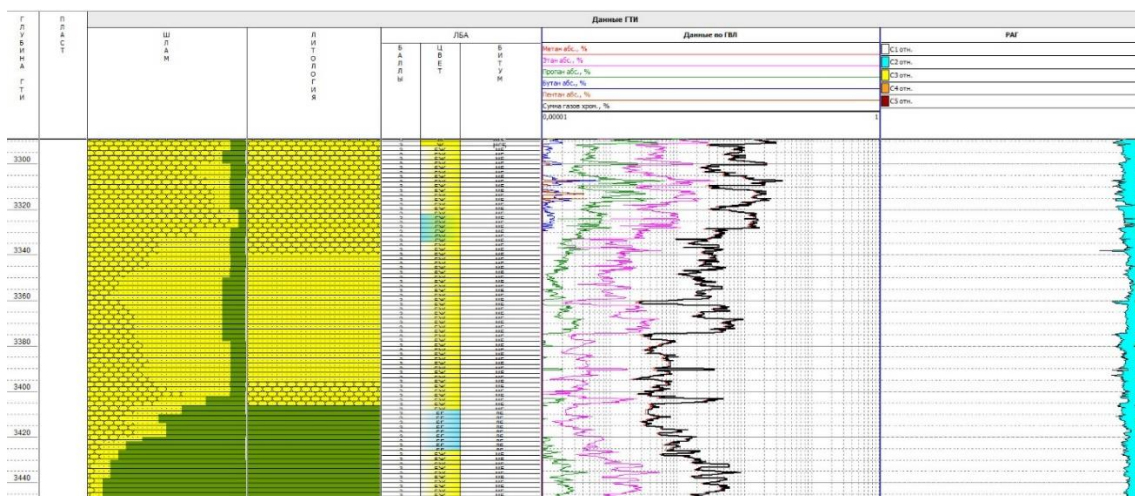


Рис. 2 Результаты геолого-геохимических исследований и газового каротажа по скважине 5848Л Кочевского месторождения (первый ствол)

В результате перебурирования участка ствола скважины, с глубины 3340 м (рис. 3) происходят значительные изменения по литологическому составу и газовому каротажу. Наблюдается преобладание песчаников в пробах шлама и качественный рост газопоказаний – факты, свидетельствующие о нефтенасыщенности отложений.

Надо понимать, что за столь короткий участок ствола скважины нет технической возможности кардинально изменить траекторию. Тем самым подтверждается неоднородность строения продуктивного пласта ЮС1/1.

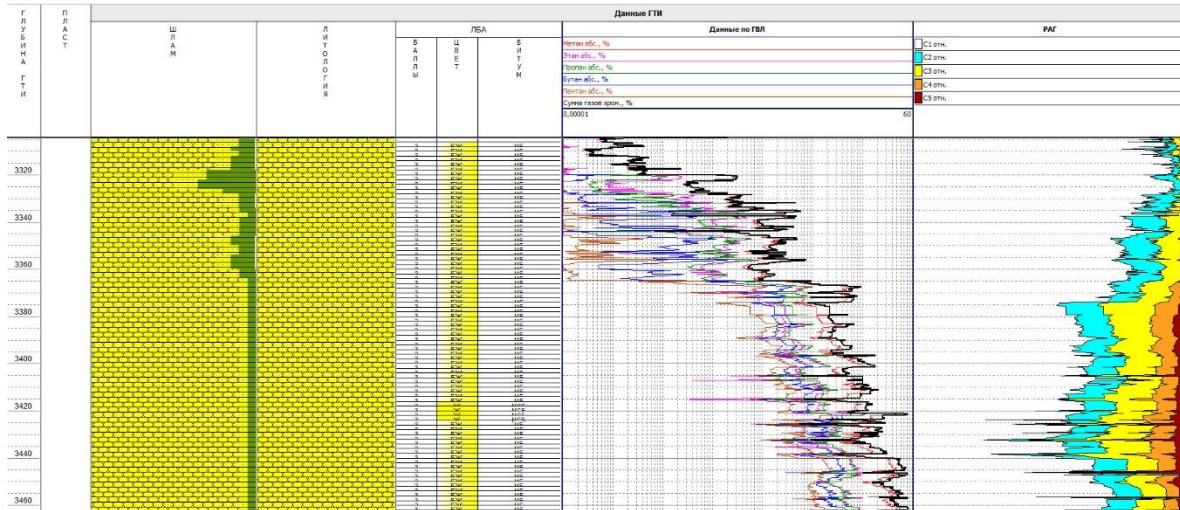


Рис. 3 Результаты геолого-геохимических исследований и газового каротажа по скважине 5848Л Кочевского месторождения (перебуренный участок)

Полученные результаты исследований можно применить для построения прогнозного участка для юрских отложений Кочевского и близлежащих месторождений, так как даже в масштабе одной скважины при незначительных отклонениях по абсолютным отметкам наблюдаются существенные различия по геологическому строению пласта.

Литература

1. Особенности геологического строения и концептуальные геологические модели продуктивных пластов Кочевского месторождения, запасы которых отнесены к категории трудноизвлекаемых / Н.Г. Аржиловская, Д.С. Баймухаметов, В.С. Дручин и др. // Актуальные проблемы нефтегазовой отрасли. Сборник докладов научно-практических конференций журнала «Нефтяное хозяйство» 2019. – Москва, 2020. – С. 108 – 117.
2. Дручин В.С. Уточнение геологического строения неантиклинальных залежей нефти на месторождениях Широного Приобья на основе концептуальных моделей: дисс. ... канд. геол.-минер. наук. – Тюмень, 2019. – 133 с.

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ОБРАЗОВАНИЯ ТЕРРИГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПО ДАННЫМ ГРАНУЛОМЕТРИИ

Чепурная Я.Г.

Научный руководитель - доцент Н.М. Недоливко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Целью исследования являлась реконструкция условий формирования терригенных отложений по данным гранулометрического анализа.

В качестве объекта исследования были выбраны продуктивные отложения пласта ТП₂₂ таноупчинской свиты, выделенной Ю.Н. Карогодиным [1] в составе раннемелового комплекса отложений, и вскрытые бурением на одном из месторождений северо-востока полуострова Ямал. Пласт ТП₂₂ является одним из основных объектов разработки, в котором сосредоточены значительные запасы газоконденсата.

Задачей исследований явилась реконструкция обстановок осадконакопления на время формирования пласта ТП₂₂ по данным гранулометрического анализа 44 образцов, отобранных в интервале 2622,0–2637,0 м.

Согласно полевому описанию керна, пласт представлен в основном песчаниками, иногда с прослоями алевритов и аргиллитов. Песчаники от светло-серых до серых средне-мелкозернистые до мелкозернистых (зернистость по разрезу изменяется незакономерно) с неравномерной примесью алевритового материала, с глинистым и кальцитовым цементом.

Текстура пород в основном массивная, иногда в породах отмечается неравномерная тонкая и мелкая слоистость волнистого (волнистая, линзовидно-волнистая, косоволнистая слабосрезанная до пологоволнистой), косоугольного (косая и полого-наклонная) и горизонтального типа. Слоистость подчеркнута темно-серым алевритоглинистым, слюдисто-углисто-глинистым, иногда с примесью сидерита материалом, частично нарушена взмучиванием.

СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Толщина глинистых слоев от долей мм до 3,0 см. В отдельных сериях глинистых слоев и на их поверхностях отмечаются текстуры размыва, взмучивания, проседания, обрушения в виде системы малоамплитудных микросбросов. В верхней части пласта в песчаниках отмечаются послойные уплотненные литокласты глинистых пород.

Различные типы слоистости свидетельствуют о том, что терригенный материал накапливался при непостоянном режиме водной среды, носящей возвратно-поступательный (волнистая слоистость) и, временами, потоковый (косая слоистость) характер.

Необходимость применения гранулометрических данных для восстановления условий седиментации продиктована отсутствием однозначно трактуемых генетических признаков в песчаниках, позволяющих определить фаціальную принадлежность пород. В результате обработки гранулометрических данных и построения кумулятивных кривых определены следующие параметры: максимальный статистический размер обломков (С), медианный диаметр зерен (Md), степень отсортированности обломков (So), асимметрия (А) и эксцесс (Е). Данные получены «методом квартилей», где каждой ординате 25, 50, 75 и 1% присвоена своя квартиль (ось абсцисс) и гранулометрический параметр. Исходя из гранулометрического состава, песчаники относятся преимущественно к мелкозернистым, реже – к средне-мелкозернистым, имеют, согласно по П. Траска, хорошую и среднюю сортировку (So=1,4–2,0).

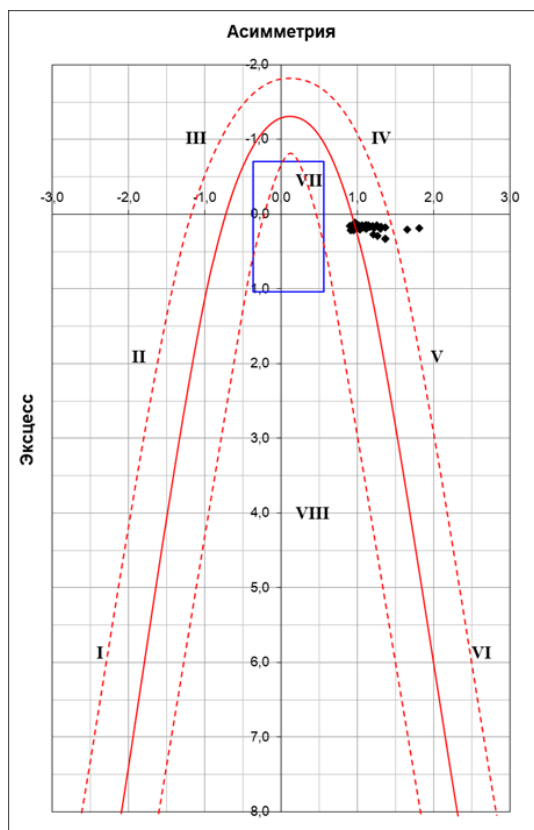
Для определения условий образования использованы диаграммы Г.Ф. Рожкова, Л.Б. Рухина, Р. Пассега.

На динамогенетической диаграмме Г.Ф. Рожкова (рис. 1) условия формирования осадка определяются, исходя из характера и энергии динамических сил среды осадконакопления и дифференциации обломочного материала, перемещающегося и осаждающегося в средах с различной гидродинамической активностью [2].

Для гранулометрического спектра изученных песчаников характерны положительные значения асимметрии и эксцесса: фигуративные точки на диаграмме располагаются в поле V, что свидетельствует о накоплении осадочного материала в условиях выхода волн на мелководье и сильного наката волн.

Исходя из расположения большинства точек в поле 10 генетической диаграммы Р. Пассега (рис. 2), в основе которой лежит соотношения максимального (С) и медианного (Md) размера обломочных зерен, отражающее динамику водной среды и максимальную подъемную мощность потока, установлено, что кластический материал пласта ТП22 переносился градационными и однородными суспензионными потоками и накапливался, главным образом, в условиях приподнятых частей шельфа.

Установление генезиса накопившихся в пласте ТП22 осадков осуществлялось также с использованием динамической диаграммы Л.Б. Рухина, где динамика среды седиментации различных фаціальных обстановок выражена через соотношение медианного диаметра зерен (Md) и коэффициента сортировки (So) [4].



Поля: I – застойные условия седиментации на дне акваторий различных глубин – морские фации. II – донные течения или мутьевые потоки – морские фации; гидромеханическое или физическое разрушение магматических пород, эрозия горных пород морского происхождения – континентальные фации областей сноса, коры выветривания. III – слабые, преимущественно речные течения – континентальные речные фации. IV – сильные речные или вдольбереговые течения – континентальные речные или прибрежно-морские фации. V – выход волн на мелководье, сильные вдольбереговые течения, накат волн – прибрежно-морские фации, континентальная микрофация пляжей больших равнинных рек. VI – выход волн на мелководье, сильный накат волн – верхняя половина участка, эоловая обработка песков морских пляжей – нижняя половина участка (микрофация береговых дюн); в целом, – фация побережья акваторий вблизи береговой черты. VII – эоловая переработка речных осадков – верхняя половина прямоугольника – континентальная фация пустынь (континентальные дюны); нижняя правая четверть прямоугольника – волновые процессы на мелководье, нейтральная полоса побережья, – прибрежно-морская фация. VIII – выход волн на мелководье, мощный накат-прибой, скорость динамической пересортировки превышает скорость привноса обломочного материала – прибрежная фация огромных открытых акваторий.

Рис. 1 Результаты определения условий осадконакопления песчаников пласта ТП22 по динамогенетической диаграмме Г.Ф. Рожкова [2]

На диаграмме фигуративные точки располагаются в пределах полей III и II (рис. 3). С учетом установленных прибрежно-морских условий, такое распределение говорит о том, что песчаный материал представляет отложения достаточно быстрых морских течений (поле III) и колебательных турбулентных движений воды в прибрежной полосе моря.

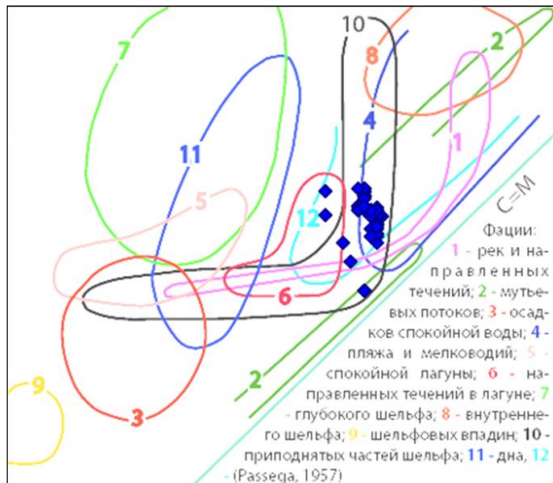


Рис. 2 Результаты определения условий осадконакопления песчаников пласта ТП₂₂ по генетической диаграмме (С–Мd) Р. Пассега [3].

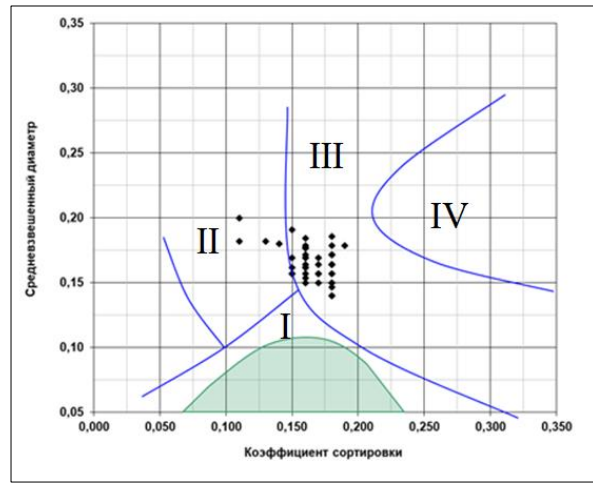


Рис. 3 Результаты определения условий осадконакопления песчаников пласта ТП₂₂ по динамической диаграмме Л.Б. Рухина [4]: II – Поле песков, осаждаемых при колебательных турбулентных движениях воды, в прибрежных частях водных бассейнов; III – Поле песчаных осадков, отложенных в однонаправленном турбулентном потоке

Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют о том, что накопление песчаных осадков пласта ТП₂₂ танопчинской свиты на изученном месторождении осуществлялось в пределах мелководного прибрежного шельфа и связано с морскими течениями и волновой переработкой накопившегося осадочного материала.

Литература

1. Карогодин Ю.Н. Системная модель стратиграфии нефтегазоносных бассейнов Евразии. Мел Западной Сибири. – Новосибирск: Гео, 2006. – Т. 1. – 166 с.
2. Методы палеогеографических реконструкций (при поисках нефти и газа) / В.А. Гроссгейм, О.В. Бескровная, И.Л. Геращенко и др. – Л.: Недра, 1984. – 271 с
3. Палеогеографические реконструкции для северо-восточной части Широкого Приобья на время формирования нефтегазоносного горизонта Ю₂ / А.Ю. Попов, Л.Г. Вакулenco, В.А. Казаненков и др. // Геология и геофизика, 2014. – Т. 55. – № 5-6. – С. 777 – 786.
4. Шванов В.Н. Песчаные породы и методы их изучения. – Л.: Недра, 1969. – С. 248.

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ПАЛЕОЗОЙСКИХ ПРИРОДНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ НЮРОЛЬСКОЙ ВПАДИНЫ Чурочкин И.И.

Научный руководитель - профессор О.С. Чернова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция является одной из крупнейших в мире нефтегазоносных провинций. В настоящее время потенциальные возможности провинции еще далеко не исчерпаны. Особый интерес для ресурсной базы страны представляют породы палеозойского фундамента, перспективность на нефть и газ которых была обоснована результатами интерпретации региональных геофизических работ опорного и поискового бурения. Однако небольшая мощность вскрытия разрезов палеозоя (в большинстве случаев), редкая сеть параметрических скважин, значительное разнообразие типов разрезов как в литологическом, так и в стратиграфическом понимании и сложность геологического строения этих отложений выражается в неопределенности в построении фильтрационно-емкостных моделей, риске бурения непродуктивных скважин, трудности разработки данных отложений. В данной работе рассмотрены тектонические особенности фундамента Западно-Сибирской плиты (в частности Нюрольского осадочного бассейна), представлены особенности залегания пород Нюрольского осадочного бассейна, а также краткая характеристика нефтегазоперспективных пород как первый шаг на пути к решению обозначенных выше проблем.

СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Согласно [3], Западно-Сибирская плита представляет собой огромную ассиметричную впадину, заполненную мезозойско-кайнозойскими отложениями, мощность которых постепенно увеличивается от бортов к центру и на север. Фундамент Западно-Сибирской плиты является гетерогенным и по возрасту и по типу структурно-формационных зон. Согласно О.Г. Жеро [1], под фундаментом понимается весь комплекс гетерогенных образований, залегающих под платформенным чехлом этой геоструктуры. По отношению к Западно-Сибирской плите фундамент сложен доюрскими, а в ряде мест – дотриасовыми отложениями. Фундамент разделяется на 2 структурных этажа [1, 3]. К первому (нижнему) структурному этажу относятся геосинклинальные формации байкальского, салаирского, каледонского, реже – герцинского этапа складчатости. Геосинклинально-складчатый структурный этаж фундамента имеет многоярусное, комплексное строение, причиной которого является многочисленные проявления геосинклинально-складчатого и платформенного режимов. Геосинклинальные и платформенные (чехол) образования в пределах Западно-Сибирской плиты разделены промежуточным комплексом пород, представленных слабометаморфизованными и слабодислоцированными отложениями межгорных и внутренних орогенных впадин и прогибов, наложенных впадин, покровов срединных массивов, краевых прогибов, то есть различных отрицательных структурных форм нижнего структурного этажа [1].

В отложениях палеозоя интенсивно развита дизъюнктивная тектоника, что выявлено по сейсмическим материалам, а также заметно по нарушенному состоянию пород в отдельных скважинах. Структурные элементы, согласно [1], в основном имеют северо-западную ориентировку, значительно реже прослеживаются дизъюнктивные нарушения северо-восточного направления; в центральной и северной частях Западно-Сибирской плиты развиты разломы рифтового типа.

Центрально-Западносибирская геосинклинально-складчатая система герцинид выделяется в центральной части плиты. В ее составе которой отмечаются блоки с относительно стабильным тектоническим развитием в среднем и позднем палеозое. Средне- и позднепалеозойские отложения в пределах этих блоков дислоцированы слабее, чем в сопредельных структурно-геосинклинальных зонах [1]. Нюрольский осадочный бассейн является одной из таких областей: где на относительно жестком байкальском основании залегают преимущественно карбонатные отложения силура и девона [1]. Исследуемый район относится к Межовскому срединному массиву. Это внутренний срединный массив, представляющий собой фрагмент Алтае-Саянской складчатой области. Его обособление как массива произошло в среднем палеозое. В результате позднегерцинского и раннемезозойского тектогенеза осадочный покров был смят в складки и разбит на блоки. По современным представлениям Нюрольский осадочный бассейн представляет собой тектоническое сооружение, выделяющееся в промежуточный или второй структурный ярус фундамента и характеризуется слабой степенью дислоцированности пород. Докембрийско-нижнепалеозойское основание массива приподнято в центральной части (Межовский свод) и опущено в пределах рассматриваемой территории (Нюрольский блок). Мощность складчатого покрова на этом участке достигает 4-5 км. Эта толща выделяется в одноименный (Нюрольский) осадочный бассейн.

На основании результатов обработки исследований, проведенных СНИИГиМС и Томским географическим трестом (сейсмические исследования МОГТ) в пределах Калиновой и Северо-Калиновой площадей оказалось возможным получить вполне обоснованное представление о внутренней структуре верхней части палеозойских отложений. Эти работы показали, что внутри палеозойских толщ нельзя уверенно проследить границы, что объясняется высокой степенью дислоцированности пород. Углы по слоистости почти во всех пробуренных скважинах составляют 45 градусов. На участках с меньшими углами наклона намечается улучшение прослеживаемости палеозойских границ (Тамбаевская площадь). Работами Б.А. Канарейкина [2] доказана смятость палеозойских образований в линейные складки северо-западного простирания и нарушенность их разрывными дислокациями такого же направления и частично северо-восточного простирания. Оси антиклиналей ундулируют по простиранию [3]. Углы падения крыльев складок достаточно крутые, о чем свидетельствует, как уже указывалось, отсутствие сейсмических границ внутри палеозойских толщ и данные замеров углов по слоистости, достигающие 6-75°, а в некоторых случаях до 80°. Углы наклона, измеряемые в одной и той же скважине, нередко меняют свои значения, причем отличия достигают 30-40° (Калиновая 7). Некоторые исследователи связывают смену углов падения с выполаживанием складок вверх по разрезу, когда углы уменьшаются снизу-вверх.

В региональном плане исследуемая территория характеризуется блоковой структурой. Она выражена по уровню денудационного среза в различных участках рассматриваемого региона. На некоторых из них отмечается выход достаточно древних образований на поверхность фундамента (силурийских), на других породы палеозоя срезаны на уровень не древнее позднедевонских. Палеозойские образования разбиты на блоки небольших размеров порядка 1,5-2 км. Плоскости разрывных нарушений имеют наклон преимущественно 70-75°. Дизъюнктивные нарушения в основном приурочены к крыльевым частям складок в среднепалеозойских породах. Однако не исключается наличие нарушений и в сводовых частях складок, которые, как предполагается, не проникают через всю толщу палеозойских образований.

Распределение литологических и стратиграфических типов пород в локальном и региональном плане, характер размещения углеводородных скоплений в пределах структур рельефа фундамента указывают на преобладающее несоответствие морфологии палеозойских складчатых и блоковых структур (рис. 1). Примером может служить распределение отложений на поверхности фундамента в пределах Нижнетабаганской площади. Здесь в сводовой части размещены не более древние отложения палеозоя, как это должно быть в антиклинальных складках, а напротив, более молодые. Подобное несоответствие можно отметить на Урманской, Калиновой площадях.

Промышленные скопления углеводородов обнаружены в породах разного стратиграфического диапазона, но близкого по коллекторским свойствам класса. Ведущим типом коллекторов, в верхней зоне палеозойских отложений являются доломиты, органогенные известняки и кремнистые образования горизонта Д. Ведущими типами коллекторов становятся органогенные карбонатные породы и кремнистые разности пород (тоже органогенные – радиоляриты, спонголиты).

В результате научно-исследовательских работ, проведенных Тищенко Г.И., был сделан ряд важных выводов относительно палеозойских пород:

1. Региональными промышленно продуктивными отложениями в палеозойских разрезах являются переработанные вторичными процессами органогенные карбонатные породы и кремнистые разновидности. В локальном плане промышленная нефть может находиться в бокситовых отложениях;
2. Возраст вмещающих отложений различен даже в пределах одной залежи;
3. Большая часть скоплений углеводородов приурочена к различным горизонтам верхнего девона и продуктов его переработки (горизонт Д, калиновая свита);
4. Емкостное пространство продуктивных отложений представлено порами, кавернами и трещинами. Поры первичные и вторичные;
5. Распространение продуктивных отложений на поверхности несогласия зависит от складчатой и блоковой тектоники, определяющей уровень эрозионного среза.

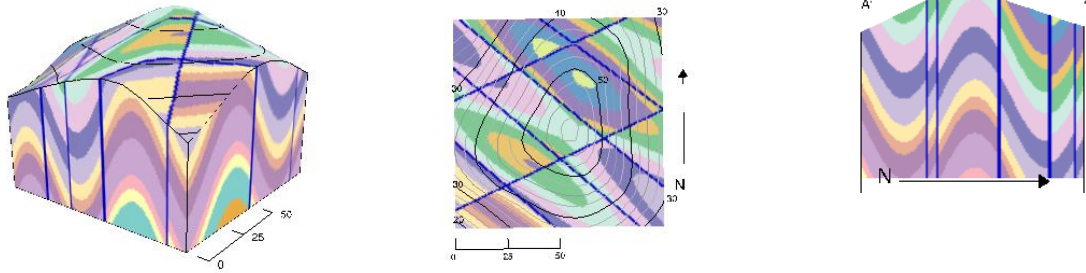


Рис. 1 Схематичное изображение несоответствия структур рельефа фундамента внутренним складчато-блоковым структурам

Литература

1. Жеро О.Г. Тектоника доюрского фундамента Западно-Сибирской плиты в связи с нефтегазоносностью палеозоя и триас-юрских отложений / автореф. дис. канд. геол.-минер. наук. – Томск, 1984. – 492 с.
2. Канарейкин Б.А., Смирнов Л.В. Тектоническое строение Нюрольского прогиба // Труды СНИИГГиМС. – Новосибирск, 1981. – С. 16 – 31.
3. Геология нефти и газа Западной Сибири / А.Э. Конторович, И.И. Нестеров, Ф.К. Салманов и др. – М.: Недра, 1975. – 680 с.

ИЗУЧЕНИЕ КАПИЛЛЯРНЫХ ЯВЛЕНИЙ И ИХ РОЛЬ В РАСПРЕДЕЛЕНИИ НЕФТИ И ГАЗА В ПОРОДАХ-КОЛЛЕКТОРАХ Щепелин Д.А.

Научный руководитель - доцент Е.Ю. Неёлова
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия

Использование воды для повышения нефтеотдачи пласта относится к «вторичным методам добычи» и обычно применяется после добычи «первичными методами», в основе которых лежит использование естественной энергии коллектора для добычи нефти.

Основной причиной заводнения нефтяной залежи является увеличение добычи флюидов из продуктивного коллектора и, в конечном итоге, повышение коэффициента извлечения нефти из залежи. Такая задача решается с помощью «компенсации падения пластового давления» т.е. закачки воды для повышения пластового давления до начального уровня и поддержания давления примерно на этом же уровне. Вода вытесняет нефть из порового пространства, однако эффективность такого вытеснения зависит от многих факторов, в том числе от смачиваемости и капиллярного давления.

Смачиваемость определяется взаимодействием двух несмешивающихся фаз, таких как нефть и вода, а также твердой поверхности, такой как поверхность пор коллекторской породы. Коллекторские породы, обычно, описываются как гидрофобные и гидрофильные. Гидрофильная поверхность горной породы прежде всего покрывается, или «смачивается», водной фазой, и поэтому на поверхности горной породы будет присутствовать сплошная водная фаза. Гидрофобные породы «предпочитают» быть покрытыми нефтью вместо воды.

Известно, что для гидрофильных пород такой показатель, как краевой угол смачиваемости, не превышает 90° , а для гидрофобных составляет более 90° .

Именно от этого показателя горных пород напрямую зависит капиллярное давление, а точнее, знаки капиллярных давлений в контактирующих фазах (водной и углеводородной). Поэтому при гидрофильном коллекторе давление внутри нефти больше давления внутри воды (разность этих давлений и будет являться капиллярным давлением).

Выявлено, что элементы всех подвижных фаз стремятся, чтобы их капиллярная энергия достигла минимального значения, возможного в недрах. Закон Юнга-Лапласа гласит, что капиллярное давление (P_k), при

попадании в поровую среду двух несмешивающихся фаз, пропорционально произведению межфазного натяжения (γ) на кривизну межфазной поверхности ($1/r$):

$$P_k \approx \pm \gamma \cdot \frac{1}{r} \quad (1)$$

Отсюда следует, что в поровом пространстве гидрофильного коллектора воде энергетически выгодно занимать мелкие поры и трещины, а нефти – крупные. Как итог, в гидрофильном коллекторе вода «пытается выдавить» нефть в первую очередь из мелких пор.

На сегодняшний день в Западно-Сибирской нефтегазонасыщенной провинции метод заводнения обрел широкую популярность, однако коэффициент извлечения нефти в настоящее время равняется примерно 0,2-0,4. Объективные сложности процесса нефтеизвлечения на многих месторождениях Западной-Сибири, сложенных, преимущественно, гидрофильными породами-коллекторами, обусловлены природными условиями залегания пласта, а также не учетом капиллярных характеристик залежи при размещении нагнетательных скважин.

Для решения задач, связанных с миграцией углеводородов, ограничиваются измерением давления начала фильтрации (давления начала вытеснения одного флюида другим).

Автор хотел бы обратить внимание на уравнение Большакова Ю.Я. Капиллярное давление начала фильтрации является достаточно информативным параметром и имеет единственное числовое значение, что позволяет его картировать.

При отсутствии образцов керн, предлагается рассмотреть способ расчета капиллярного давления начала фильтрации на основе данных о проницаемости по уравнению регрессии [1]:

$$P_k^{cm} \approx 36 \cdot \left(\frac{1}{K} \right)^{0,53} \quad (2)$$

где K – проницаемость (мД); P_k^{cm} – капиллярное давление начала фильтрации (давление смещения) (кПа).

Используя средневзвешенные значения коэффициентов проницаемости по нефтенасыщенной части пласта, в каждой скважине можно рассчитать капиллярное давление начала фильтрации и определить, какие скважины вскрывают пласт на участках с относительно низким капиллярным давлением.

Литература

1. Большаков Ю.Я. Теория капиллярности нефтегазонакопления // Новосибирск: Изд-во Наука, 1995. – 184 с.
2. Большаков Ю.Я. Геологические основы эффективного использования нефтегазонасыщенности недр на базе капиллярно-гравитационной концепции нефтегазонакопления. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2013. – 80 с.

С Е К Ц И Я 5

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЮРСКИХ РАЗРЕЗОВ НИЖНЕТАБАГАНСКОГО И ПЕЛЬГИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЙ (В СВЯЗИ С ПРОГНОЗИРОВАНИЕМ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ПАЛЕОЗОЯ)

Алеева А.О.

Научный руководитель - профессор В.И. Исаев

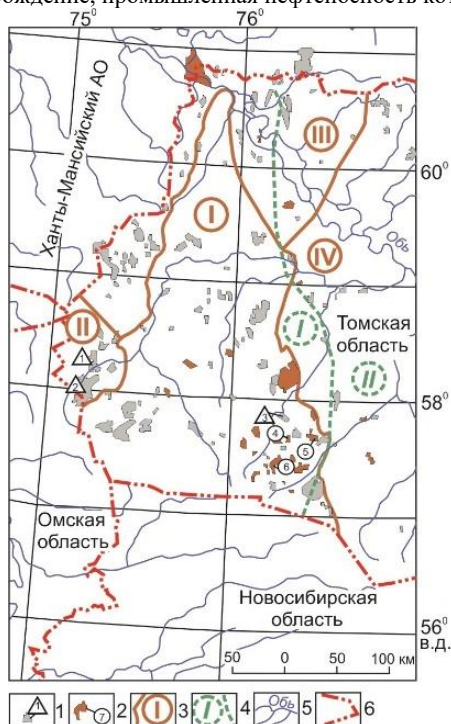
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время на территории Западной Сибири месторождения находятся на поздней стадии разработки, ресурсная база юрского горизонта в значительной степени исчерпана. В связи с этим, возникает необходимость поисков и освоения зон нефтегазонакопления в новых стратиграфических горизонтах, в том числе в доюрском нефтегазонасном комплексе. Этот объект отнесен к трудноизвлекаемой нефти [1], но является инвестиционно привлекательными в контексте приуроченности к территориям нефтепромыслов с уже развитой инфраструктурой.

Ранее в статьях [2, 3], на примере разрезов глубоких скважин Герасимовского, Останинского месторождений с палеозойскими залежами нефти и разрезов скважин Крапивинского, Двуреченского месторождений с юрскими залежами нефти, была аргументирована гипотеза аномальности «отражения» залежей палеозоя в геофизических параметрах перекрывающего мезозойско-кайнозойского разреза. Эта аномальность выразилась существенно более высокими значениями удельного электрического сопротивления и карбонизацией интервалов юрских отложений, а также отличительной характеристикой геофизических параметров интервала баженовской свиты.

Цель настоящих исследований – дальнейшая аргументация концепции гипотезы аномальности «отражения», на примере Нижнетабаганского и Пельгинского месторождений (рис. 1). Эти месторождения, в отличие от ранее рассмотренных, находятся не только в одном структурно-фациальном районе по юре, но и в одной структурно-фациальной зоне по палеозою.

Методы исследования – статистический анализ и сопоставительная оценка петрофизических параметров юрских пластов-коллекторов и интервалов баженовской свиты по данным геофизических исследований скважин. Нефтегазонасность Нижнетабаганского месторождения связана с отложениями васюганской свиты – пласт Ю₁¹, тамбаевской свиты – пласты Ю₃, Ю₅ и доюрского фундамента – пласты М, М₁₋₁₀, Пельгинское – нефтяное месторождение, промышленная нефтеносность которого приурочена только к верхнеюрской васюганской свите.



Месторождение с залежами:

1 – только в верхнеюрском НГК (изучаемые: 1 – Двуреченское, 2 – Крапивинское, 3 – Пельгинское); 2 – в верхнеюрском и в доюрском НГК (изучаемые: 4 – Герасимовское, 5 – Останинское, 6 – Нижнетабаганское); 3 – граница структурно-фациальной зоны по палеозойским отложениям (I- Нюрольская, II – Туйско-Барабинская, III- Никольская, IV- Колпашевская); 4 – граница верхнеюрского структурно-фациального района (I – Пурпейско-Васюганский, II – Сильгинский); 5 – речная сеть; 6 – административная граница Томской области

Рис. 1 Обзорная схема территорий исследования на основе структурно-фациального районирования верхнеюрских и доюрских отложений.

СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Таблица 1

Результаты расчета удельного электрического сопротивления ρ_n нефтенасыщенных (ρ_{nn}) и водонасыщенных (ρ_{wn}) пластов Нижнетабаганского месторождения

Пласт	* ρ_{nn} , Ом·м	*коэффициент **пористости, д. е.	*коэффициент нефтенасыщенности, д. е.	* ρ_{wn} , Ом·м
Ю ₁ ¹	10	0,17	0,61	8,2
Ю ₂	12	0,15	0,55	5,9
Ю ₃	14	0,15	0,58	5,8
Ю ₄	-	0,14	0,48	8,6
Ю ₅	-	0,16	0,39	5,6
(диапазон значений), среднее	(10–14) 12	(0,14–0,17) 0,15	(0,39–0,61) 0,52	(5,6–8,6) 6,8

*средневзвешенные значения по 23 скважинам

**нефтенасыщенных пластов

Таблица 2

Результаты расчета удельного электрического сопротивления ρ_n нефтенасыщенных (ρ_{nn}) и водонасыщенных (ρ_{wn}) пластов Пельгинского месторождения

Пласт	* ρ_{nn} , Ом·м	*коэффициент **пористости, д. е.	*коэффициент нефтенасыщенности, д. е.	* ρ_{wn} , Ом·м
Ю ₁ ¹	(6–9) 7	0,14	0,55	(3–5) 4

*средневзвешенные значения по 3 скважинам

**нефтенасыщенных пластов

На примере скважин Нижнетабаганского месторождения и скважин Пельгинского месторождения были изучены геофизические характеристики баженовской свиты (табл. 3–4). Отмечаем, что Нижнетабаганское нефтегазоконденсатное месторождение отличается спокойным характером ПС и более низким уровнем КС и ГК в интервале баженовской свиты. А баженовская свита на Пельгинском нефтяном месторождении обладает противоположными признаками.

Таблица 3

Значение геофизических параметров баженовской свиты в разрезах скважин Нижнетабаганского месторождения

Скважина	Мощность, м	Вариации ПС, мВ	КС*, ом·м	ГК*, мкР/ч
20Р	27,0	± 1,3	78/38	67/30
3П	19,0	± 0,7	72/33	56/31
13П	35,0	± 1,1	74/28	72/27
12П	34,0	± 1,4	80/34	56/23

*максимальное значение/средний уровень

Таблица 4

Значение геофизических параметров баженовской свиты в разрезах скважин Пельгинского месторождения

Скважина	Мощность, м	Вариации ПС, мВ	БК*, ом·м	ГК*, мкР/ч
1П	22,4	± 1,6	91/35	49/33
2П	19,0	± 1,9	97/41	61/35
3П	20,4	± 2,5	145/66	63/39

*максимальное значение/средний уровень

Заключение. Таким образом, на примере геофизической характеристики разрезов глубоких скважин Нижнетабаганского месторождения с палеозойскими залежами нефти и разрезов скважин Пельгинского месторождения только с юрскими залежами нефти, показано, что палеозойские залежи имеют аномальное «отражение» в геолого-геофизических параметрах перекрывающего мезозойско-кайнозойского разреза. Эта аномальность выражается существенно более высокими значениями УЭС юрских пластов и отличительной характеристикой геофизических параметров интервала баженовской свиты.

Литература

- Кузьменков С. Г. и др. Развитие нефтегазового комплекса Югры, трудноизвлекаемые запасы // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2018. – Т. 329. – №. 11.

2. Алеева А. О., Исаев В. И. Сравнительная петрофизическая характеристика разрезов Герасимовского и Крапивинского месторождений (в связи с нефтегазоносностью доюрских отложений) //Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2019. – Т. 330. – №. 9.
3. Алеева А. О., Исаев В. И., Лобова Г. А. Сравнительная петрофизическая характеристика юрских разрезов Останинского и Двуреченского месторождений (в связи с нефтегазоносностью доюрских отложений Томской области) //Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2020. – Т. 331. – №. 9. – С. 49-62.

ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ РАЙОНА УСТЬ-ЛЕНСКОГО ПОЛИРИФТА. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Бессмертная А.В.

Научные руководители: доцент А.А. Лукин, доцент Г.Г. Номоконова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В статье излагаются результаты трехлетних исследований автора [1, 2] по проблеме Усть-Ленского пояса нефтегазонакопления (НГН), начало которого ведется с шельфа моря Лаптевых, где Усть-Ленский пояс НГН фактически стыкуется с южным выклиниванием хребта Гаккеля - основной рифтогенной зоной Северного Ледовитого Океана, и заканчивается в районе устья Лены. Положение Усть-Ленского пояса НГН (полирифта) было прослежено по Карте аномального магнитного поля района Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции [1].

Цель настоящих исследований: выявить геолого-геофизические особенности месторождений углеводородов (УВ) района Усть-Ленского полирифта Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции; определить отличительные признаки месторождений и сделать их сравнение по этим признакам.

Источники информации – карты аномального гравитационного и магнитного полей, изданные Комитетом РФ по геологии и использованию недр (Москва, 1995), статьи Гаврилова В.П. [3], Мельникова Н.В. и др. [4], производственные отчеты, каротажные диаграммы, другие материалы в открытом доступе.

Результаты исследований приведены на рис. 1, в табл. 1 и кратко сводятся к следующему.

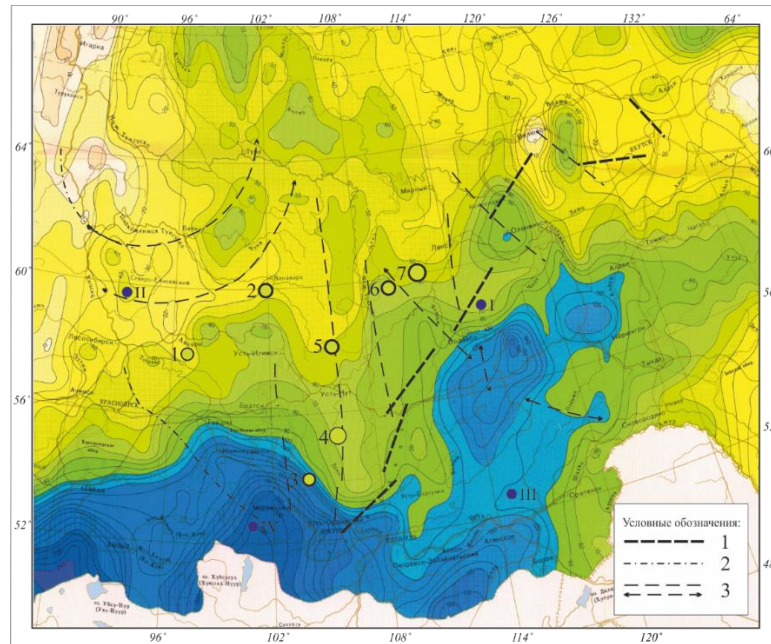


Рис. Карта аномального гравитационного поля района Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции. Редукция Буге. Изолинии в мГл

Месторождения УВ: 1 - Абаканское; 2 - Собинское; 3 - Атовское; 4 - Ковыктинское; 5 - Ярактинское; 6 - Талаканское; 7 – Чаяндинское.

Месторождения золота: I - Сухой лог; II - Олимпиада; III - Дарасун; IV - Зун-Холба.

Линейные магнитные структуры по [1] с добавлением: 1 - структуры полирифта; 2 - западная граница провинции; 3 - остальные линейные структуры, в том числе трансструктуры (со стрелками).

Все изученные месторождения, в том числе и месторождения, не связанные с Усть-Ленским полирифтом (Абаканское, Собинское), закономерно располагаются относительно масштабной интенсивной отрицательной гравитационной аномалии (№1). Аномалия №1 является северным окончанием планетарной гравитационной аномалии и в южной своей части соответствует складчатому обрамлению Восточно-Сибирской платформы.

- Месторождения размещаются на примерно одинаковом расстоянии от границы аномалии №1 по изолинии – 100 мГл. Исключение составляют два месторождения, локализованные в пределах (Ковыктинское) или в окрестности (Атовское) субмеридианальной (СЗ3) положительной гравитационной аномалии (№2).

СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Закономерно относительно аномалии №1 размещены также месторождения золота. Входящие в 5 самых крупных месторождений России относительно низкотемпературные стратиформные месторождения Сухой лог и Олимпиада локализованы на удалении от аномалии №1, а гидротермальные жильные месторождения Дарасун и Зун-Холба (более высокотемпературное) – в пределах аномалии (рис.1). Скорее всего, гравитационная аномалия №1 фиксирует область с повышенной температурой среды, в том числе и для месторождений УВ.

Таблица

Изученные месторождения и основные признаки сравнения

Месторождение*	Нефтегазоносные области (район)	Продуктивные горизонты		Фазовый состав**
		Возраст	Литология	
Атовское	Ангаро-Ленская	Нижний кембрий	Галогенно-карбонатный	НГК
		Венд	Терригенный	
		Рифей	Карбонатный	
Абаканское	Нижнеангарский	Венд	Терригенный, карбонатный	ГК
Собинское	Катангская	Венд	Терригенный	НГК
Ковыктинское*	Ангаро-Ленская	Нижний кембрий	Галогенно-карбонатный	ГК
		Венд	Терригенный	
		Рифей	Карбонатный	
Ярактинское	Непско-Ботуобинская	Нижний кембрий	Терригенный	НГК
Венд				
Талаканское*		Нижний кембрий	Карбонатный	НГК
Венд		Терригенный		
Чаяндинское*		Нижний кембрий	Карбонатный	НГК
Венд	Терригенный			

*Месторождения с уникальными и значимыми запасами: Ковыктинское и Чаяндинское – 25 и 40 место в мировом рейтинге; Талаканское – крупное **нефтяное** месторождение
 **Жирным шрифтом выделена фазовая составляющая с максимальными извлекаемыми запасами.

- Месторождения с богатыми извлекаемыми запасами контролируются наиболее ярко выраженными в магнитном поле протяженными трансструктурами и их пересечениями. Примером могут служить месторождения Чаяндинское и Талаканское, которые контролируются, кроме полирифта, пересечением двух протяженных трансструктур – северо-западной (рис.1) и субширотной (не показана на карте). Чаяндинское и Талаканское месторождения отличаются также пониженными пластовыми давлениями.

- Наличие солевых проявлений в перекрывающем нижнекембрийском горизонте определяется малой удаленностью месторождения от аномалии №1 (Ковыктинское, Атовское). Наблюдающееся засоление коллекторов на Ярактинском месторождении может быть связано с расположением в створе аномалии №2, равно как и на Ковыктинском месторождении.

- Фазовая специализация месторождения определяется расположением его в соответствующей части рифтогенной структуры: в центральной части рифта с отрицательными аномалиями магнитного поля – газовые месторождения, в периферической части с положительными аномалиями магнитными аномалиями – нефтяные месторождения. Это положение следует из опыта Западносибирской провинции и проявляется в районе Уст-Ленского полирифта.

Наиболее выразительный пример рядом расположенных месторождений: Чаяндинское месторождение (газ) локализовано в отрицательной части рифтовой зоны, а Талаканское (нефть) – в положительной. Усиление доли нефти в разрезе в связи с положительными аномалиями рифтогенной природы видны также в парах Абаканское и Собинское, Ковыктинское и Ярактинское, а также Ковыктинское и Атовское. Правда, в последнем случае Атовское месторождение заходит в пределы отрицательной гравитационной аномалии (№1), что может привести к увеличению температуры среды.

Таким образом, проведенные исследования показывают высокую информативность гравитационных и магнитных съемок мелких масштабов в оценке нефтегазоносности Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции, а выявленные геофизические признаки месторождений могут быть использованы при переоценке известных месторождений и поисках новых.

Литература

1. Бессмертная А.В. Геолого-геофизические закономерности Усть-Ленского пояса нефтегазоаккумуляции // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXIII Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых. – Томск: Изд-во ТПУ, 2020. – Т. 1. – С. 278-280.
2. Бессмертная А.В. О природе геофизических аномалий шельфа моря Лаптевых и его обрамления // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXIII Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых. – Томск: Изд-во ТПУ, 2019. – Т. 1. – С. 278-280.
3. Гаврилов В.П. Пояса нефтегазоаккумуляции Арктики, перспективы их освоения // Геология нефти и газа. – 2013. – № 2. – С. 12-22.
4. Мельников Н.В., Мельников П.Н., Смирнов Е.В. Зоны нефтегазоаккумуляции в районах проведения геолого-разведочных работ Лено-Тунгусской провинции // Геология и геофизика. – 2011. – Т. 52. – № 8. – С. 1151-1163

**ЗОНАЛЬНО-БЛОКОВАЯ МОДЕЛЬ СТРОЕНИЯ ОХОТОМОРСКОГО РЕГИОНА ПО ДАННЫМ
ИНТЕРПРЕТАЦИИ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ПОЛЕЙ**

Большакова Н.В.¹, Федорова К.С.²

Научный руководитель - профессор А.С. Егоров

¹*Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия*

²*Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского,
г. Санкт-Петербург, Россия*

Изученность акватории Охотского моря геофизическими методами и глубоким бурением чрезвычайно неравномерна. Подавляющая ее площадь покрыта аэро- и гидромагнитными съемками масштаба 1:500 000 разных лет (от 1961 до 2006 г.). На перспективных в отношении углеводородов участках выполнены набортные гравиметрические наблюдения в масштабах 1:100 000 и 1:200 000. Наибольшая плотность сейсморазведочных работ наблюдается в пределах основных нефтегазоносных и перспективно нефтегазоносных областей: Северо-Сахалинской, Западно-Камчатской и Северо-Охотской. Бурение в основном сосредоточено не шельфе Сахалина, где уже открыто более 15 месторождений нефти и газа.

В период 2010 – 2020 гг. в Охотском море проводились исключительно поисково-разведочные работы на лицензионных участках. Таким образом, можно предполагать, что региональный этап исследований этого региона близится к завершению. Однако многие вопросы геологического строения и тектонического развития остаются открытыми. Для оправданного перехода от регионального этапа изучения к поисково-оценочному требуется разработка единой унифицированной геолого-структурной основы региона, описывающей характерные особенности строения фундамента и осадочного чехла.

Первым шагом на пути создания такой основы является разработка зонально-блоковой модели строения. В данной концепции за блоки принимаются условно стационарные области геофизических параметров, а за межблоковые зоны – области изменения структуры геофизических полей [1].

В настоящей работе была проведена интерпретация данных сводных цифровых моделей потенциальных полей. Одна из главных особенностей аномалий потенциальных полей – гравитационного и магнитного – их интегральная геологическая природа. В формировании этих аномалий одновременно участвуют все петроплотностные и петромагнитные неоднородности геологического разреза. В итоге наиболее контрастное отображение в распределении аномалий получают мощные глубинные факторы, такие как выступы в рельефе плотных и относительно магнитных пород фундамента, глубинные разломы, неоднородности внутренней структуры фундамента. В связи с этим большое значение для интерпретации гравитационных и магнитных аномалий имеют различного рода процедуры вспомогательной обработки данных наблюдений – преобразование исходных геофизических полей или трансформации.

Для анализа и последующей интерпретации были использованы карты региональной и локальной составляющих гравитационного и магнитного полей, трансформанты полного горизонтального (модуль) и вертикального градиента поля силы тяжести, градиента по заданному направлению (выбранному вкрест простирания основных структурных элементов поля), угла наклона производной (TILT-трансформация), псевдогравитационного поля, а также карта искусственного псевдорельефа гравитационного поля.

При визуальном анализе карт потенциальных полей и их трансформант проводилась отрисовка линеаментов. Использование линеаментного анализа потенциальных полей позволяет оконтурить линейные структурно-тектонические объекты и выделить основные элементы глубинного строения – разрывные нарушения, контрастные по магнитным и плотностным свойствам блоки и межблоковые зоны. Линеаментный анализ потенциальных полей Охотоморского региона проводился как вручную, так и в автоматическом режиме в программном продукте PCIGeomatica. Процесс отрисовки линеаментов в ручном режиме является достаточно трудоемким и требует больших временных затрат. Для оптимизации работы по линеаментному анализу геофизических полей возможно использование различных программных комплексов. Процедура нахождения края изображения используется в примененной в ходе исследований программе PCIGeomatica. С помощью нее при различных задаваемых параметрах, на карты потенциальных полей в автоматическом режиме были нанесены линеаменты. Подбор параметров производился экспериментально, путем последовательного перебора значений. Стоит отметить, что существенным недостатком применяемой программы является невозможность ранжирования линеаментов различного порядка. Однако, при оценке адекватности выполненных построений, их информативности – за счет достижения необходимой плотности линеаментов, а также увязки линеаментной сети с априорной информацией, вполне возможно использовать данный инструмент для получения предварительных результатов интерпретации.

В тех случаях, когда структурно-вещественные комплексы слабо проявляются в отдельных полях целесообразно использовать классификационные трансформации, целью которых является выявление статистических связей и закономерностей между различными полями или их трансформациями [2]. Алгоритмы распознавания образов без обучения используются в различных программных комплексах. В ходе данных исследований нами были применены классификации потенциальных полей по Петрову А.В., по методу общего расстояния, динамических сгущений, а также знаковая классификация, реализуемые в программе COSCAD 3D. Для получения дополнительной информации была проведена классификация полей с использованием алгоритма Зеленецкого Д.С. (Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского).

Таким образом, использование современных методов обработки и комплексной интерпретации геолого-геофизических данных, включая элементы линеаментного анализа и алгоритмы классификаций потенциальных полей, позволили разработать зонально-блоковую модель северной части Охотоморского региона (Рис.)

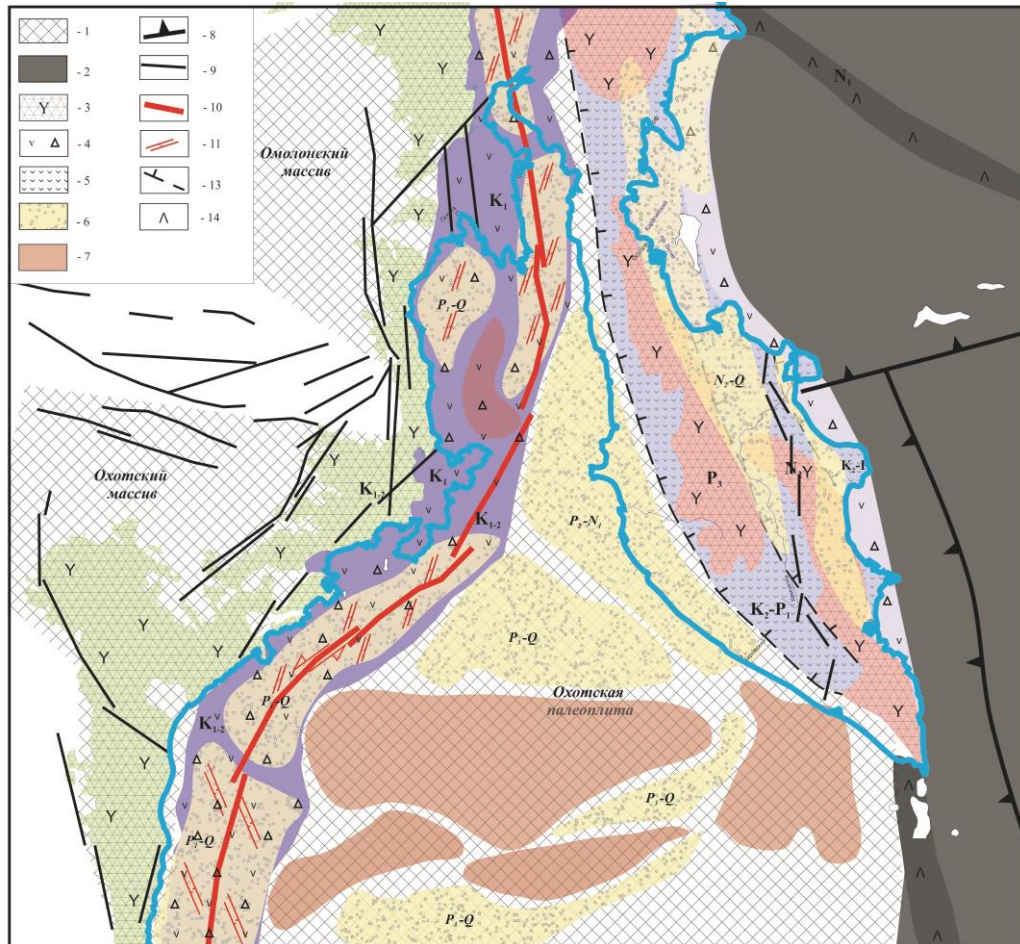


Рис. Зонально-блоковая модель строения северной части Охотоморского региона

1 – блоки с корой континентального типа; 2 – блоки с корой океанического типа; 3 – вулcano-плутонические пояса возраста с $K_{1,2} - N_2$; 4 – межблоковая зона; 5 – комплексы островных дуг; 6 – контуры осадочных бассейнов; 7 – поднятия фундамента; 8 – зона современной субдукции; 9 – современные разломы по В.Г. Трифонову; 10 – зона левосторонних сдвиговых дислокаций; 11 – рифтогенные зоны; 12 – надвиги; 13 – Курильская островная дуга и поднятие Ширшова

Охотоморский регион расположен в зоне перехода от Евразийского континента к Тихому океану. С запада он обрамлен Хоккайдо-Сахалинской, а с востока – Корякско-Камчатской кайнозойскими складчатыми областями. На севере он граничит с Охотско-Чукотским альб-сеноманским вулканическим поясом, а границей с океаном служит Курило-Камчатский глубоководный желоб. По особенностям строения, развития и современных геодинамических обстановок переходная зона подразделяется на тыловую (относительно стабильную) и фронтальную (мобильную) области. Тыловая – область молодой континентальной коры, нарастившей край континента в конце мелового – начале палеогенового времени. Фронтальная – область, где осуществляется непосредственное взаимодействие океанической и литосферной плит.

Центральную часть Охотоморского региона занимает Охотская микроплита с корой континентального типа. На схемах различных классификаций эта зона выделяется как единый класс, что свидетельствует об однородности геофизических полей в ее пределах. В южной части Охотского блока выделяются вытянутые линейные аномалии потенциальных полей. Они преимущественно протягиваются с юго-запада на северо-восток, что соответствует установленным по сейсморазведочным данным направлениям разломов, которые разделяют поднятия и одноименные прогибы: Центрально-Охотское, Лебеда, Атласовское, Большерецкое.

Вдоль побережья материка выделяется протяженная структура, которая соотносится с межблоковой зоной, сформированной на границе Охотской микроплиты с Евразийским континентом. Развитие межблоковой зоны с редуцированной корой обусловило возможность заложения на ней рифтогенных структур, которые в свою очередь определяют конфигурацию, мощность и наполнение осадочных бассейнов Северо-Охотской перспективно нефтегазонасыщенной области.

Данные потенциальных полей указывают на сходство строения земной коры Охотского моря и Западной Камчатки, что позволяет предполагать существование единой Охотоморско-Камчатской микроплиты. На картах потенциальных полей и классификационных трансформаций контрастно проявляются Срединно-Камчатский вулканический пояс и Центрально-Камчатский преддуговой прогиб, формирование которых связано с продвижением зоны субдукции в сторону Тихого океана.

Дальнейшая систематизация, обработка и комплексная интерпретация полного набора данных по потенциальным полям, сейсморазведки ГСЗ и МОВ-ОГТ, теплового потока, сейсмичности и результатов бурения

позволят разработать геолого-структурную схему региона, в основе которой будет созданная зонально-блоковая модель строения.

Литература

1. Егоров А.С. Особенности глубинного строения и вещественного состава геоструктур земной коры континентальной части России // Записки Горного Института. Т. 2016. – СПб, 2015. – С. 13-30.
2. Рыскин М.И. Локализация аномалий геопотенциальных полей на основе применения частотных и корреляционных преобразований // Изв. Саратов. Ун-та. Сер. Науки о Земле. Т. 17, вып. 1. – Саратов, 2017. – С. 52-57.

ПАЛЕОТЕМПЕРАТУРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФАНЕРОЗОЙСКИХ ОЧАГОВ ГЕНЕРАЦИИ УГЛЕВОДОРОДОВ ГЕРАСИМОВСКОГО НЕФТЕКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Галиева М.Ф.

Научный руководитель - профессор В.И. Исаев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Введение. Исследования Томской школы геотермиков развивают представление о геотермии как о нефтепоисковом методе [2].

Цель исследований заключается в определении катагенетической истории юрских и доюрских отложений, обладающих нефтематеринским потенциалом, и в оценке их роли в формировании залежей в доюрских образованиях. Решение поставленных задач будет способствовать активизации вовлечения в разработку ТриЗ Западной Сибири.

Краткая характеристика объекта исследований. Территория исследований охватывает Останинскую группу месторождений, расположенную на западе Томской области.

Нефтегазоносность доюрского фундамента связана с резервуар кровли коренного палеозоя. Резервуар генетически обусловлен эпигенетическими процессами в коре выветривания и сформировался не ранее 213-208 млн лет назад [1]. В качестве предполагаемых источников углеводородов для доюрского нефтегазоносного комплекса (НГК) рассматриваются потенциально материнские свиты – породы доманикоидного типа в фундаменте – кехорегская (С₁kh), чагинская (D₃cz), чузикская (D₂cz), мирная (D₁³mr), ларинская (S₁lr) свиты, а также баженовская (J₃bg) и тюменская (J₁₋₂tm) свиты в осадочном чехле.

Для выполнения совместного палеотемпературного моделирования выбрана скважина 12 Герасимовского нефтегазоконденсатного месторождения, входящего в Останинскую группу месторождений, что обусловлено наличием измеренных температур в юрских и доюрских интервалах разреза, а также притоков в скважину УВ-флюидов из доюрских горизонтов.

О методике исследования. На первом этапе путем решения обратной задачи геотермии определен тепловой поток из основания осадочного разреза, который характеризуется квазипостоянной величиной с юрского и по настоящее время. В качестве входных параметров были использованы замеры пластовых температур при испытаниях скважин и температуры, полученные в результате пересчета отражательной способности витринита (ОСВ).

На втором этапе рассчитывается плотность теплового потока по замерам ОСВ из палеозойских отложений. Резкое снижение теплового потока связано с окончанием герцинской эпохи складчатости и описано уравнением дуги – математической функцией, обладающей наибольшей скоростью уменьшения значения.

Результаты. Решением прямых задач геотермии с заданным тепловым потоком восстановили структурно-тектоническую и термическую историю пяти палеозойских потенциально нефтематеринских свит, а также юрских – баженовской и тюменской (рис. 1).

Ларинская свита (S₁lr) находилась в главной фазе нефтеобразования (ГФН, 90-130 °С): 3 млн лет в интервале 422,3-419,4 млн лет назад – и в главной фазе газообразования (ГФГ, 130-190 °С): 12 млн лет в интервале 419,4-407,0 млн лет назад. Суммарно свита находилась в зоне разрушительных для УВ температур (>190 °С) 339 млн лет в периоды 407,0-162,9 млн лет назад и 95,0-0 млн лет назад. Значит, УВ ларинской свиты не могли аккумулироваться в резервуаре внутреннего палеозоя.

Мирная свита (D₁³mr) находилась в ГФН: 8 млн лет в интервале 386,2-378,5 млн лет назад – и в ГФГ: 32 млн лет в интервале 378,5-347,0 млн лет назад. 134 млн лет в интервале 347,0-213,0 млн лет назад температуры в свите превышали порог начала деструкции УВ. Следовательно, УВ мирной свиты не могли аккумулироваться в резервуаре внутреннего палеозоя.

Чузикская свита (D₂cz) находилась в ГФН: 23 млн лет в интервале 374,3-351,0 млн лет назад – и в ГФГ: 26 млн лет в интервале 351,0-324,7 млн лет назад. 60 млн лет свита находилась под действием разрушительных для УВ температур в интервале 324,7-265,1 млн лет назад. Значит, УВ чузикской свиты не могли аккумулироваться в резервуаре внутреннего палеозоя.

Чагинская свита (D₃cz) находилась в ГФН: 12 млн лет в интервале 336,5-324,7 млн лет назад – и в ГФГ: 5 млн лет в интервале 324,7-319,8 млн лет назад. 55 млн лет в интервале 319,8-265,1 млн лет назад свита была подвержена деструктивным для УВ температурам. Следовательно, УВ чагинской свиты не могли аккумулироваться в резервуаре внутреннего палеозоя.

Кехорегская свита (С₁kh) находилась в ГФН: 3 млн лет в интервале 323,0-319,7 млн лет назад – и в ГФГ: суммарно 38 млн лет в периоды 319,7-300,7 и 24,0-4,7 млн лет назад. Свита не была подвержена воздействию деструктивных для УВ температур, поэтому кехорегский газ мог аккумулироваться и сохраниться в резервуаре

СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

внутреннего палеозоя. Прогноз подтверждается результатами опробования: газа из пласта M_1 были получены притоки (скважины Герасимовские 12 и 7).

Тюменская свита (J_1-tm) находится в ГФН 95 млн лет в интервале 95,0-0 млн лет назад. Свита не была подвержена воздействию деструктивных для УВ температур, поэтому тюменская нефть может аккумулироваться и сохраниться в резервуаре внутреннего палеозоя. Прогноз подтверждается результатами опробования: в тюменской свите, а также в пластах M и M_1 были получены притоки нефти (скважины Герасимовские 12, 8 и 7).

Баженовская свита (J_3bg) находится в ГФН уже 92 млн лет в интервале 91,6-0 млн лет назад. Все это время УВ баженовской свиты могут заполнять нефтью резервуар внутреннего палеозоя, поскольку геотемпературы в свите не превышали пороговую температуру начала деструкции УВ.

Поскольку, по данным генетических анализов нефти из резервуаров коры выветривания и палеозоя, в качестве источника этой нефти было принято сапропелевое органическое вещество, то возможность аккумуляции тюменской нефти в резервуаре внутреннего палеозоя была исключена.

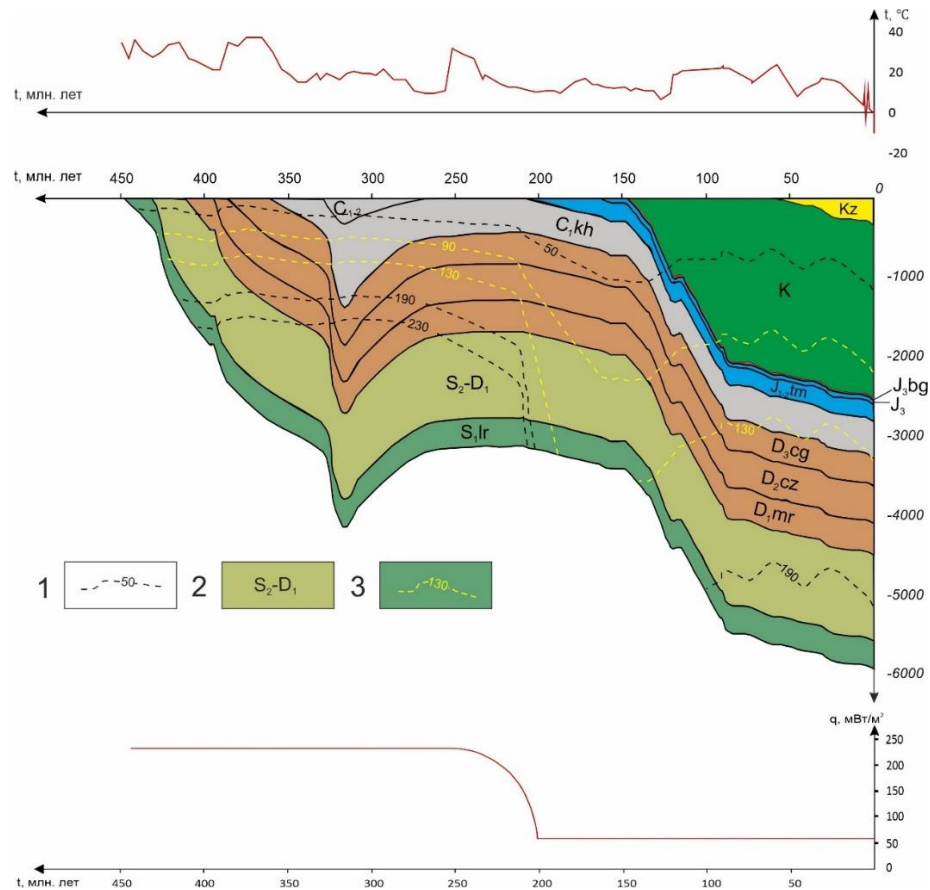


Рис. Результат выполнения палеоструктурной и палеотермической реконструкции в районе скважины Герасимовская 12: 1 – изотерма; 2 – стратиграфический индекс отложений; 3 – изотерма граничной температуры ГФН. В верхней части рисунка приведен график векового хода температур на земной поверхности, в нижней – график динамики расчетной плотности теплового потока во времени

Заключение. Таким образом, в условиях геолого-геофизического разреза Герасимовского месторождения источниками УВ в резервуаре коренного палеозоя являются юрский баженовский источник нефти и палеозойский кехорегский источник газа.

Литература

1. Белозеров В.Б., Гарсия Бальса А.С. Перспективы поиска залежей нефти в отложениях девона юго-восточной части Западно-Сибирской плиты // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2018. – Т. 329. – № 6. – С. 128-139.
2. Крутенко Д.С., Галиева М.Ф. Плотность глубинного теплового потока и плотность нефтегазоносности юго-востока Западной Сибири // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXIV Международного симпозиума имени академика МА Усова студентов и молодых учёных, посвященного 75-летию Победы в Великой Отечественной войне, Томск, 6-10 апреля 2020 г. Т. 1. – 2020. – Т. 1. – С. 297-298.

ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ (ВОСТОЧНЫЙ КАЗАХСТАН)

Еркимбек Е.А., Зимановская Н.А., Фролова О.В.

Научный руководитель - профессор Б.А. Дьячков

Восточно-Казахстанский технический университет, г. Усть-Каменогорск, Казахстан

В последние годы во всем мире повысился интерес к проведению инженерных изысканий с применением беспилотных аэрофотосъемочных устройств. Аэрофотосъемка БПЛА стала достойной альтернативой традиционной съемке местности с использованием управляемых пилотами самолетов и вертолетов. Получение геопространственных данных с помощью беспилотных систем – менее трудоемкий, более точный и быстрый способ в сравнении с традиционными методами. Результатом аэрофотосъемки, проводимой при помощи БПЛА, становится реалистичная модель местности в 3d формате. БПЛА позволяют создавать цифровые карты практически с любым разрешением, начиная от нескольких сантиметров на точку [1].

Поиск и разведка полезных ископаемых с помощью БПЛА осуществляется комплексом методов. Методика применения БПЛА хорошо подходит для разведки в отдаленных или труднопроходимых участках местности, с резкими перепадами высот, в заболоченной местности.

Также беспилотные летательные аппараты могут быть использованы для получения точных и актуальных геометрических данных о поверхности карьера, рудника, для создания цифровой модели поверхности с сантиметровым пространственным разрешением, а также для контроля за полнотой выемки, определение объемов добычи, учет объемов вскрышных работ, определение потерь, составление планов развития горных работ, мониторинг устойчивого, безопасного состояния бортов и отвалов. Как правило, беспилотник в ручном или полуавтоматическом режиме производит облет и фотографирование объекта с близкой дистанции с высоким разрешением. Выгрузив данные, их обрабатывают в специальном ПО, создавая цифровые модели объектов. Это позволяет вести накопление информации и выявлять возможные изменения, например, трещины или другие повреждения.

Группой учёных Центра компетенций и трансфера технологий в области геологии и горного дела НАО ВКТУ им. Д.Серикбаева были проведены работы по анализу проблем при оценке надежности и безопасности эксплуатируемого хвостохранилища колчеданно-полиметаллических руд Рудного Алтая, с применением технологии дистанционного зондирования. В Восточно-Казахстанском регионе БПЛА нашли также своё применение при реализации ряда проектов по грантовому финансированию. Во время проведения полевых изысканий проводилась геометризация и привязка озера, в которых изучается распределение редких элементов-Ta, Sn, Li и других компонентов.

Применение дистанционных методов особое значение имеет и при изучении рудоносных структур, месторождений и различных нарушений, в значительной степени перекрытых чехлом рыхлых отложений. В Калба-Нарымской зоне на участке Алдай определена объемная структура редкометалльного рудного поля, сложенного литиеносными альбит-сподуменовыми пегматитами, уточнена морфология рудных тел, произведена точная привязка буровых скважин, обнажений и места отбора проб [2]. Составлен ортофотоплан участка Алдай (рис. 1).

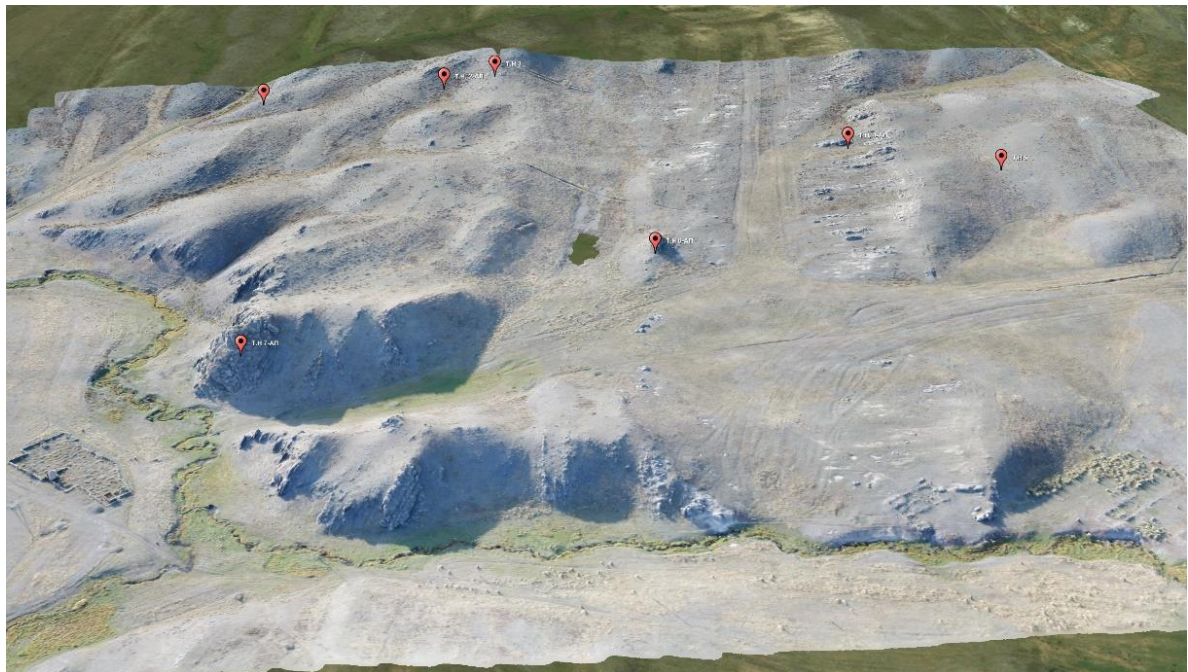


Рис.1 Ортофотоплан редкометалльного участка Алдай

Для проведения аэрофотосъемки использовался беспилотный летательный аппарат DJI Phantom 4 Advanced с предварительным составлением полётного задания в программе Pix4Dcapture. После получения массива фотографий в программе Agisoft PhotoScan была составлена трёхмерная модель рельефа. Полный алгоритм, проводимых работ

СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

состоит в следующем, после получения исходных данных в виде геопривязанных аэрофотоснимков объекта, они обрабатывались с помощью программы Agisoft PhotoScan для создания:

- 1) карты высот (рис.2);
- 2) ортофотоплана с точностью замеров до 1 см;
- 3) цифровой модели рельефа (рис.3).

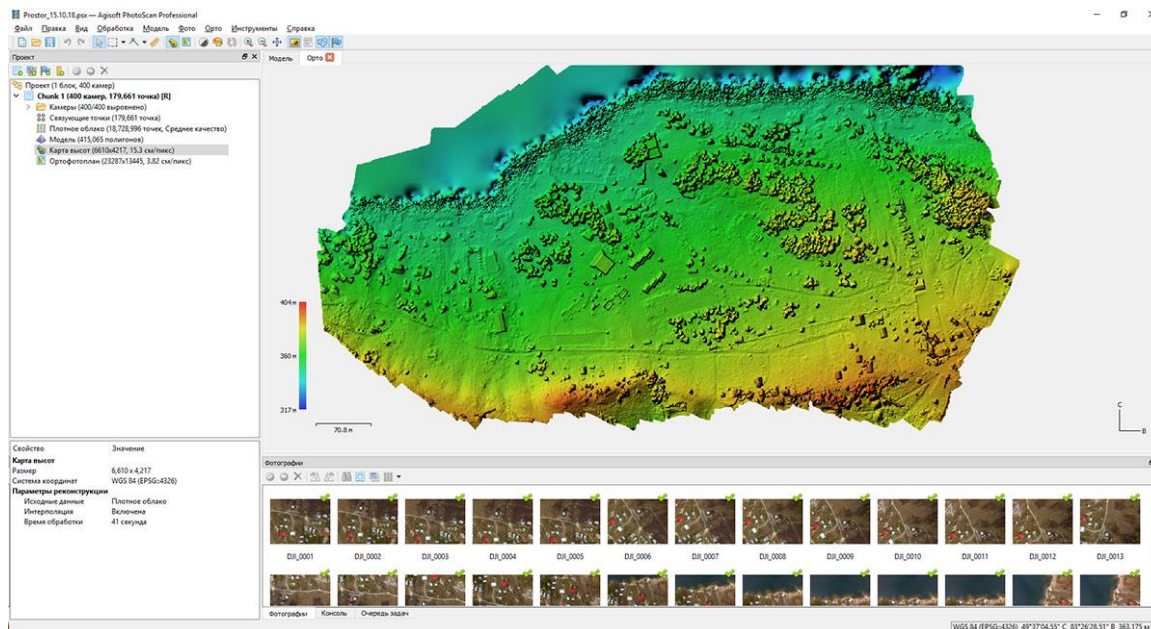


Рис.2 Карта высот, составленная в программе Agisoft PhotoScan

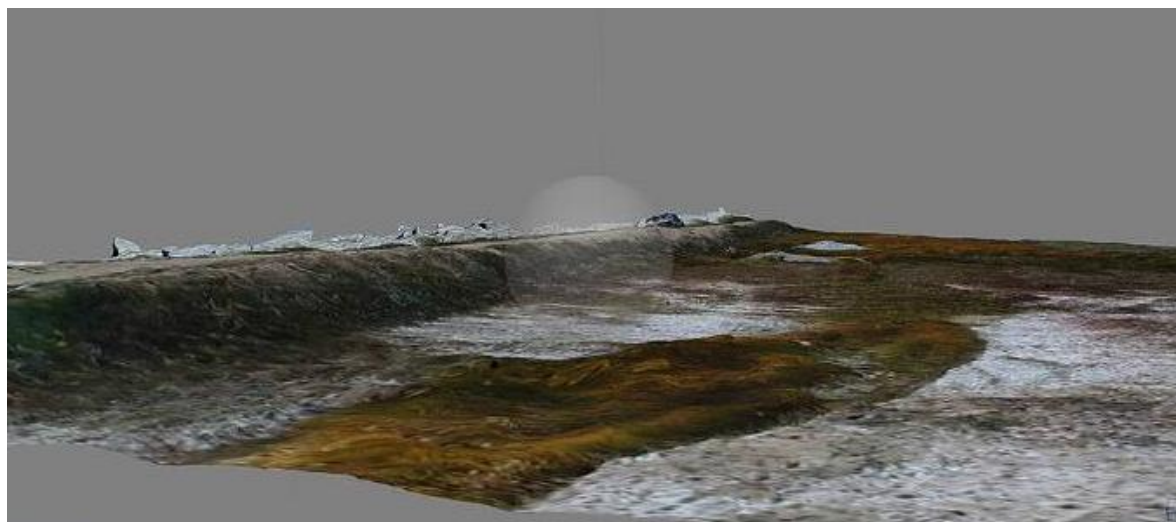


Рис. 3 Цифровая модель хвостохранилища (фрагмент)

В результате исследований получена новая информация, которая может использоваться в практике поисковых работ.

Литература

1. Верховин С. С. Дистанционное зондирование в разведке и других областях //Золотодобыча. – 2018. – Т. 4. – №. 233. – С. 36-39.
2. Закономерности формирования, критерии прогнозирования и оценка перспектив нетрадиционных типов оловотантал-литиевого оруденения с целью укрепления минерально-сырьевой базы редких металлов (Восточный казахстан): Отчет НИР (промежуточный)/ ВКТУ им.Д. Серикбаева; руководитель Н.А.Зимановская; О.В.Фролова, О.Н. Кузьмина, А.Е. Бисатова и др. № АР 08052371, № госрегистрации 0120РК00135. – Усть-Каменогорск, 2020. – 102 с.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЛАСТОВ-КОЛЛЕКТОРОВ
МЕСТОРОЖДЕНИЯ НОРВЕГИЯ –Х01**

Каримова Э.И.

Научный руководитель - доцент М.О. Коровин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Месторождение Норвегия-Х01 находится в норвежской акватории Баренцева моря с коллекторами ниже- и среднеюрских песчаников на глубине примерно 2300 м с нефтяными 14 м и газоносными 124 м интервалами. Юрский комплекс отложений представляет собой терригенную толщу, а именно переслаивание песчаников, глин и алевролитов. Неоднородность по зернистости материала, дает возможность прослеживания цикличности, тем самым позволяя выделить седиментационные циклы в юрском разрезе. Каждый цикл имеет регионально выдержанную реперную пачку аргиллитов, после этого наблюдается песчаная пачка и завершается четкой границей глинистой толщи последующего цикла.

Таким образом, можно отметить, что, трансгрессивный седиментационный мегацикл юрского комплекса, представляет в основании отложения песчаников и алевролитов аллювиально-дельтового генезиса, изображено на рисунке 1, а содержание морских аргиллитов и алевролитов увеличивается вверх по разрезу, завершая черными сапропелевыми аргиллитами [5].

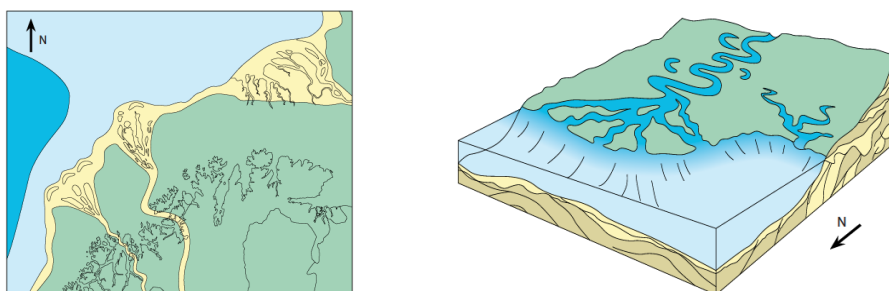


Рис. 1 Концептуальный рисунок, ранней стадии развития формации Сто в южной части Баренцева моря [3]

Месторождение Норвегия-Х01 расположено в центральной части бассейна Хаммерфест в Баренцевом море. Было выявлено 10 циклов осадконакопления, которые соответствуют трансгрессивно-регрессивным этапам развития Баренцева бассейна, маркирующими горизонтами являются регионально выдержанные глинистые реперы, а именно верхнеюрские черные глины. Данный горизонт выдержан по всей площади Баренцева шельфа. Однако, нужно учесть, что юрские отложения, которые распространены повсеместно, залегают на горных породах триаса со стратиграфическим несогласием.

В низах тоара наблюдается первая крупная юрская трансгрессия, этот факт отмечается набором аммонитовых зон в песчаниках с конкрециями фосфорита. Вследствие однородности глинистого состава, ранне-тоарские высокоуглеродистые аргиллиты и глины признаются межрегиональными стратиграфическими реперами. Трансгрессия в аалене наблюдается в южной части впадины Баренцева шельфа. Трансгрессивные пачки глинисто-алевролитовых пород, представленные на рисунке 2, имеют мощность от 10 м и могут достигать до 40 м.

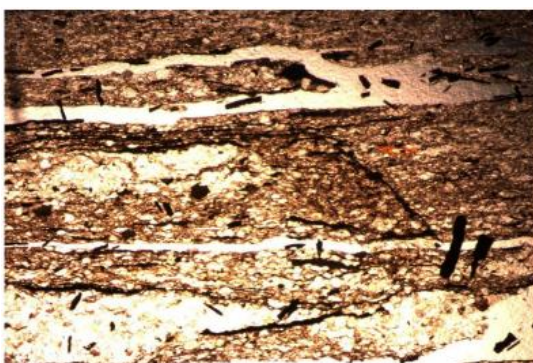


Рис. 2 Алевролиты аалена с сериями трещин, которые заполнены остаточным битумом [5]

Отложения байосс-батского возраста представлены кальцитизированными песчаниками с включениями фосфоритовых конкреций с остатками фауны тоарского возраста, галек различного состава, а также конгломератами, изображенные на рисунке 3.



Рис. 3 Конгломераты с фосфатными конкрециями, залегающие на косослоистых песчаниках [5]

Глинистыми отложениями характерен батский цикл, однако отчетливо выделяются и песчаные пласты с мощностью до 30 м. Данные свидетельства, могут указывать на наличие врезных русловых каналов. На многих каротажных диаграммах, по которым отмечается пласты келловеев, в кровле встречается резкий скачок изменения от песчаных разностей к глинистым разностям. Этот факт может быть обоснован сменой обстановок осадконакопления с увеличением грубозернистого материала и уменьшением глинистого материала вверх по разрезу, в результате региональной трансгрессии. Цикл оксфорда-киммериджа отмечает преимущественно глинистые толщи глубоководно-морского генезиса. Трансгрессия оксфорда-киммериджа отмечает поверхность максимального затопления. На обширной части шельфа были образованы застойные условия осадконакопления, тем самым обогащенные органическим веществом. Кривые гамма-каротажа отлично выделяют пакки верхнеюрских черных глин, представленные на рисунках 4 и 5.



Рис. 4 Битуминозные глины оксфорда [5]

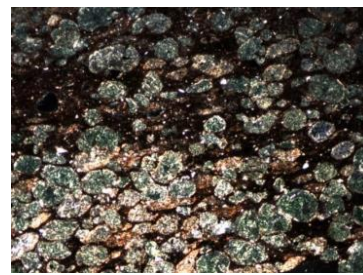


Рис. 5 Глауконитовые песчаники оксфорда [5]

Качество коллекторов на месторождении Норвегия-Х01 довольно хорошее, средние значения пористости в песчаных резервуарах составляет около 20%, проницаемость составляет 700 мД, водонасыщенность составляет в среднем 10% и колеблется от 3 до 26%, а в качестве флюидупора выступают верхнеюрские глины. Углеводородная фаза представлена в основном газом с небольшим количеством конденсата и с нефтяной веткой мощностью 10-15 м. На каротажной диаграмме, представленной на рисунке 6, интерпретированы лучшие зоны формации Сто.

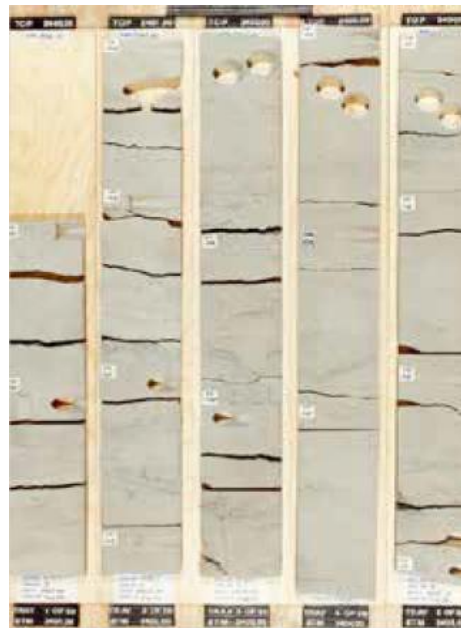
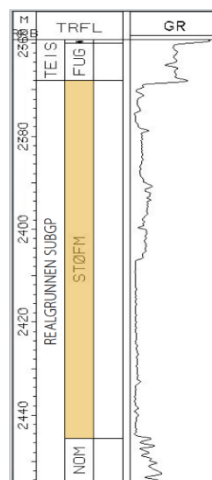


Рис.6 Гамма-каротаж и керн формации Сто [3]

Также особое внимание уделяется постседиментационному переходу, определяемый температурой и давлением. В ходе проведения исследований фильтрационно-емкостных свойств юрских песчаников и алевролитов было отмечено, что с глубиной в разных литолого-фациальных зонах идет ухудшение пористости и проницаемости в коллекторах. Проницаемость в юрских песчаниках определяется размерами обломочного материала, а также составом цемента, к примеру, был обнаружен иллит в порах байосского песчаника, с тонкими волокнистыми сростками, это негативно сказалось на общаежности между поровыми каналами. В пределах Баренцева шельфа, юрский нефтегазоносный комплекс с нефтематеринскими породами можно подразделить на следующие типы: глинистые толщи нижней юры с органическим веществом гумусового типа; средней юры (аален-бат, келловей) с органическим веществом сапропелево-гумусового типов; верхней юры с органическим веществом сапропелевого типа [4].

Литература

1. Гаврилов В. П. Биостратиграфия и литофации нефтегазоносных отложений Баренцево-Карского региона. – 2010.
2. Dallmann W.K. Lithostratigraphic Lexicon of Svalbard. Upper Palaeozoic to Quaternary bedrock. Review and recommendations for nomenclature use. Committee on the Stratigraphy of Svalbard / Norsk Polarinstitutt. – 1999. – 320 pp.
3. Eva K. Halland (Project Leader), Andreas Bjørnstad, Ine Tørneng Gjeldvik, Maren Bjørheim, Christian Magnus, Ida Margrete Meling, Jasminka Mujezinović, Fridtjof Riis, Rita Sande Rød, Van T. H. Pham, Inge Tappel: Geology of the Barents Sea, p. 39.
4. Ступакова А. В. и др. Перспективы нефтегазоносности мезозойского разреза Баренцевоморского бассейна //Георесурсы. – 2015. – №. 2 (61).
5. Суслова А. А. Сейсмостратиграфический анализ и перспективы нефтегазоносности юрских отложений Баренцевоморского шельфа //Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2014. – Т. 9. – №. 2. – С. 1-19.

ПОДГОТОВКА ДАННЫХ МИКРОСКАНЕРОВ И ФОТО КЕРНА ДЛЯ СОВМЕСТНОГО АНАЛИЗА И УВЯЗКИ

Ким В.В., Полянский В.А.

Научный руководитель - доцент В.П. Меркулов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

При планировании разработки месторождений важным аспектом является определение литологических характеристик продуктивного пласта – текстурные особенности породы, эффективная мощность, анизотропия проницаемости, что является наиболее актуальным при разработке карбонатных коллекторов. Геофизические исследования скважин являются универсальным инструментом для установления общих закономерностей напластования, определения типа фациальной обстановки. Также с помощью каротажных диаграмм можно сделать предположение о насыщенности пород флюидом и произвести расчеты фильтрационно-емкостных параметров среды, например, пористости.

Однако геофизические исследования скважин не гарантируют абсолютной точности, поскольку лишь показывают величину физических полей, регистрируемых в породах. Это позволяет сделать предположение о характеристиках породы, но не раскрывает всю неопределенность. Причиной этого является тот факт, что физическое поле, регистрируемое в скважине, может быть результатом отклика разных типов горных пород. Для улучшенного понимания свойств фильтрационной среды необходим комплексный анализ, подразумевающий сопоставление результатов исследований различного рода, выявление общих закономерностей, их интерпретация и увязка.

FMI (Formation Micro Imager) – электрические микроимиджер, представляющий собой каротажное устройство, разработанное компанией Schlumberger, для получения изображения внутренней поверхности вдоль ствола скважины. При помощи этого изображения можно определить параметры имеющихся зон трещиноватости. Микроимиджер регистрирует данные с помощью большого количества электродов, которые находятся на восьми башмаках прибора. Электрические токи направляются в горную породу за счет контура фокусировки. В регистрируемом сигнале выделяется две составляющие – низкочастотная и высокочастотная. Первая используется для определения петрофизических и литологических характеристик горной породы, вторая – для детализации данных. Глубина зондирования составляет 762 мм, что сопоставимо с глубиной зондирования приборов каротажа. Изображение FMI калибруется по опорному низкочастотному сигналу сопротивления, зарегистрированному самим прибором, или по данным сопротивления, зарегистрированные другими приборами бокового каротажа

В список основных задач FMI входят структурный и текстурный анализ, анализ трещиноватости и вторичной пористости, анализ напряжений пород, оценка состояния ствола скважины, а также детальная привязка и ориентирование керна, макрофациальный анализ.

Подготовка фото, полученных с помощью электрического микроимиджера, прежде всего, требует отображения данных так, чтобы правая и левая стороны изображения соответствовали северному азимутальному направлению (рис. 1).

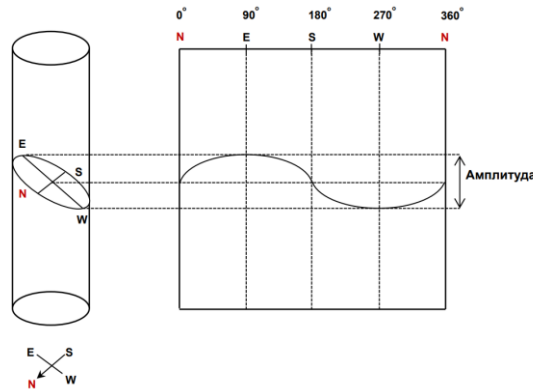


Рис.1 Определение азимута трещины и угла ее падения на основе данных микроимиджера (FMI)[2]

Для осуществления поставленных задач в первую очередь необходимо по полученным данным имиджера провести анализ трещиноватости, что включает в себя качественную и количественную её оценку. С целью определения преобладающего направления трещиноватости для последующего планирования размещения скважин и обеспечения фильтрации флюида к ним, определяют углы падения и азимуты простирания трещин. Для этого используются диаметр скважины и величина амплитуды синусоиды, полученных на основе изображения данных FMI, приведенного к виду, представленному на рисунке 1 [3].

К количественной оценке трещиноватости горной породы также можно отнести следующие параметры:

- длина трещин;
- раскрытость трещин;
- проницаемость трещин;
- густота или удельная плотность трещин.

Выделяют проводящие трещины, которые распознаются на имиджах как аномалии проводимости, а также залеченные трещины, под которыми понимают аномалии сопротивления. Обычно в качестве таких аномалий подразумевают наличие в трещинах кальцита, кварца, пирита или глины. Далее приступают непосредственно к количественной оценке трещиноватости, основной задачей которой является определение раскрытости трещины, так как именно от нее зависят существенные влияния на дебиты скважин [4].

При анализе вторичной пористости производят выделение зон преимущественно кавернозных интервалов, после чего проводят ее качественную характеристику. В основе расчетов лежит уравнение Арчи-Дахнова в промытой зоне.

Выделив и определив все трещины и каверны на имиджах проводят текстурный анализ, по которым выделяют терригенные отложения или карбонатные.

Поскольку процесс бурения может вызвать образование в скважине, так называемых, техногенных трещин и вывалов, производится анализ напряжений пород (рис. 2). На основе наличия техногенной трещиноватости или вывалов возможна оценка направления максимального и минимального горизонтальных стрессов.

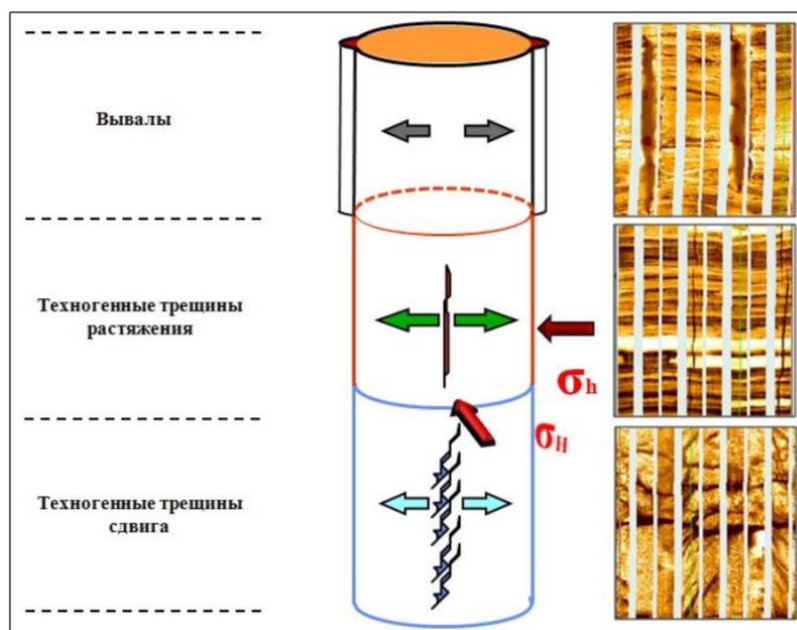


Рис.2 Анализ напряжений пород

Стоит упомянуть, что техногенные трещины образуются в направлении параллельном к направлению максимального горизонтального напряжения. В то время, как вывалы образуются в направлении параллельном к направлению минимального горизонтального напряжения.

Отделение искусственных от естественных трещин – это довольно затруднительный процесс, однако в его основе лежит принцип постоянства данных – естественные трещины с гораздо большей вероятностью будут иметь пространственную согласованность в виде схожих на некотором интервале углов падения и азимутальных направлений.

В конечном итоге для дальнейшего сравнения данных FMI и керна, и проведения макрофациального анализа производят детальную увязку керна с имиджами FMI. При увязке этих данных необходимо производить ориентировку керна по положению референтной точки.

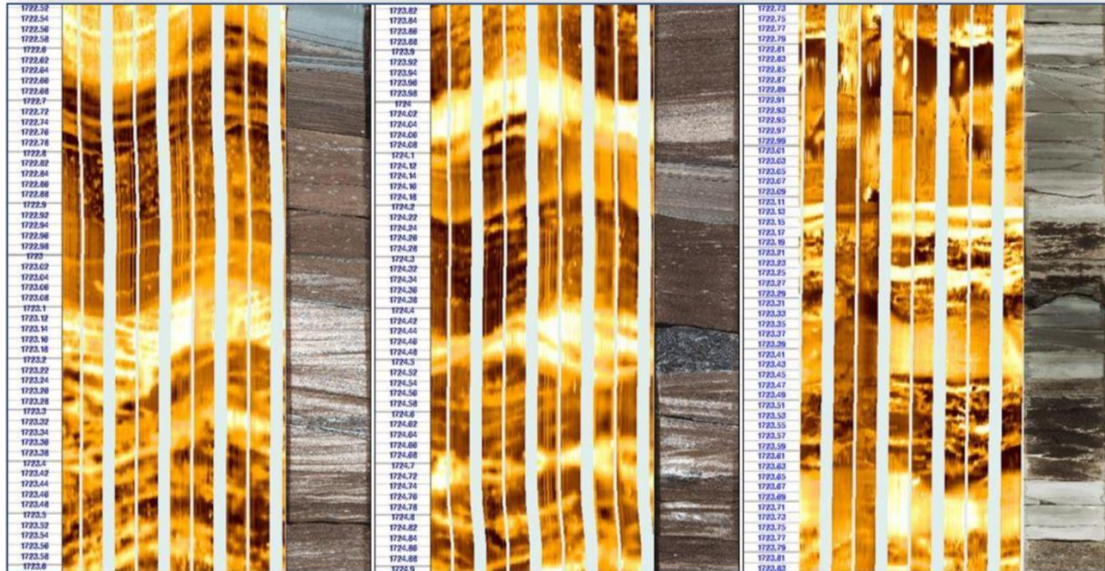


Рис.3 Пример детальной увязки керна

Применение скважинных микросканеров распространяется не только для карбонатных, но и для терригенных отложений в Западной Сибири. Учет качественного и количественной оценки трещиноватости с помощью FMI позволяет создавать наиболее правдоподобные трехмерные геологические модели, которые могут лечь в основу реалистичной гидродинамической модели месторождения. Комплексный анализ изображений FMI с интерпретированными параметрами преобладающих трещин, их типов, в увязке с фотографиями керна позволяет проводить качественный текстурный анализ пород продуктивного пласта, а также устанавливать закономерности фильтрационного течения с максимальной точностью.

Литература

1. FMI – азимутальный электрический микроимиджер [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.slb.ru/services/wireline/open_hole/imagers/fmi/.
2. Shafieezadeh, M. A New Approach towards Precise Planar Feature Characterization Using Image Analysis of FMI Image: Case Study of Gachsaran Oil Field Well No. 245 / M. Shafieezadeh, M. Ziaee, B. Tokhmchi. – 2014. – 8 p.
3. Borehole Imaging Tools – Principles and Applications / P. Gaillot, T. Brewer, P. Pezard, E. Yeh. – 2007. – 4 p.
4. Lorenz J. C., Cooper S. P. Atlas of natural and induced fractures in core. – John Wiley & Sons. – 2017. – 324 p.

ЭКСКЛЮЗИВНАЯ КАРТА МЕЗОЗОЙСКО-КАЙНОЗОЙСКОГО ТЕПЛОвого ПОТОКА ЗАПАДНЫХ РАЙОНОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ НА ФОНЕ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ КАРТЫ ФУНДАМЕНТА ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ В.С. СУРКОВА

Крутенко Д.С.

Научный руководитель - профессор В.И. Исаев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Введение. Уже сделано достаточно много важных выводов о наличии закономерностей распределения теплового поля Земли. В ряду таких открытий – закономерное увеличение напряженности современного геотермического режима в направлении с юга на север [5], а также обнаружение корреляции величины тепловых потоков с возрастом складчатого фундамента и с проявлением более поздней тектоно-магматической активизации [1 и др.]. Складчатые блоки молодого возраста (герциниды) в фундаменте характеризуются в целом более высоким тепловым потоком по сравнению с древними складчатыми системами: каледонидами, салаиридами и байкалидами [7]. Тем не менее фундаментальный вопрос о природе вариаций глубинного теплового потока до сих пор остается без полного и обоснованного ответа.

СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

В настоящее время в качестве причин вариаций теплового поля исследователями выдвигаются различные предположения. В данной работе будет рассмотрена связь между тепловым потоком и выносом тепла по разломам, ограничивающим мезозойские грабен-рифты и с наличием структурно-теплофизических неоднородностей в верхних слоях фундамента (интрузий).

Цель исследований заключается в проведении качественного сопоставительного анализа распределения плотности глубинного теплового потока и тектонических элементов фундамента Западно-Сибирской плиты.

Краткая характеристика объекта исследований. Территория исследования включает западную часть Томской области, в которой сосредоточено большинство месторождений региона. В пределах территории (рис.) глубинные региональные разломы, ограничивающие крупные герцинские структуры, в основном, имеют северо-северо-западное направление. Тектонические нарушения, проявившиеся в триасе, пересекают более древние образования в крест простирания, таким образом образуя сложную структурную решетку.

О методике исследования. Автором дополнена карта теплового потока Томской области, которая была построена ранее [2]. Для построения карты использовались расчетные значения плотности глубинного теплового потока в 204 поисково-разведочных, опорных и параметрических скважинах на территории исследования. Все значения теплового потока получены методом палеотемпературного моделирования (Исаев, 2010). Карта теплового потока на фоне тектонической карты фундамента Западно-Сибирской плиты В.С. Суркова представлена на рисунке.

Тепловой поток и рифтовые зоны.

Процессы рифтогенеза могут оказывать влияние на распределение теплового поля. Считается, что формирование в раннемезозойское время грабен-рифтов, в частности Колтогорско-Уренгойского, сопровождалось процессами, обусловившими значительный разогрев пород в последующие эпохи вплоть до настоящего времени. При сопоставлении распределения глубинного теплового потока с локализацией грабен-рифтов на изучаемой территории наблюдается отсутствие закономерностей поведения теплового поля в окрестностях рифтовых структур.

Подобный результат был получен и А.Р. Курчиковым [4]. Им были выявлены несколько участков повышенной геотермической активности, совпадающих с положением грабен-рифтов, однако чаще они соотносятся с отрицательными тепловыми аномалиями или с фоновыми характеристиками геотемпературных полей. По мнению А.Р. Курчикова, подобный результат не опровергает возможность формирования аномалий теплового потока в зонах развития грабен-рифтов: аномалии могли быть очень значительными, контрастностью 30-50 мВт/м², однако указывает на ограниченное время их существования до 50-100 млн лет. Этим же можно объяснить отсутствие аномалий теплового потока в пределах рифтовых структур на изучаемой территории, поскольку грабен-рифты были сформированы в период герцинской активизации, более 200 млн лет назад.

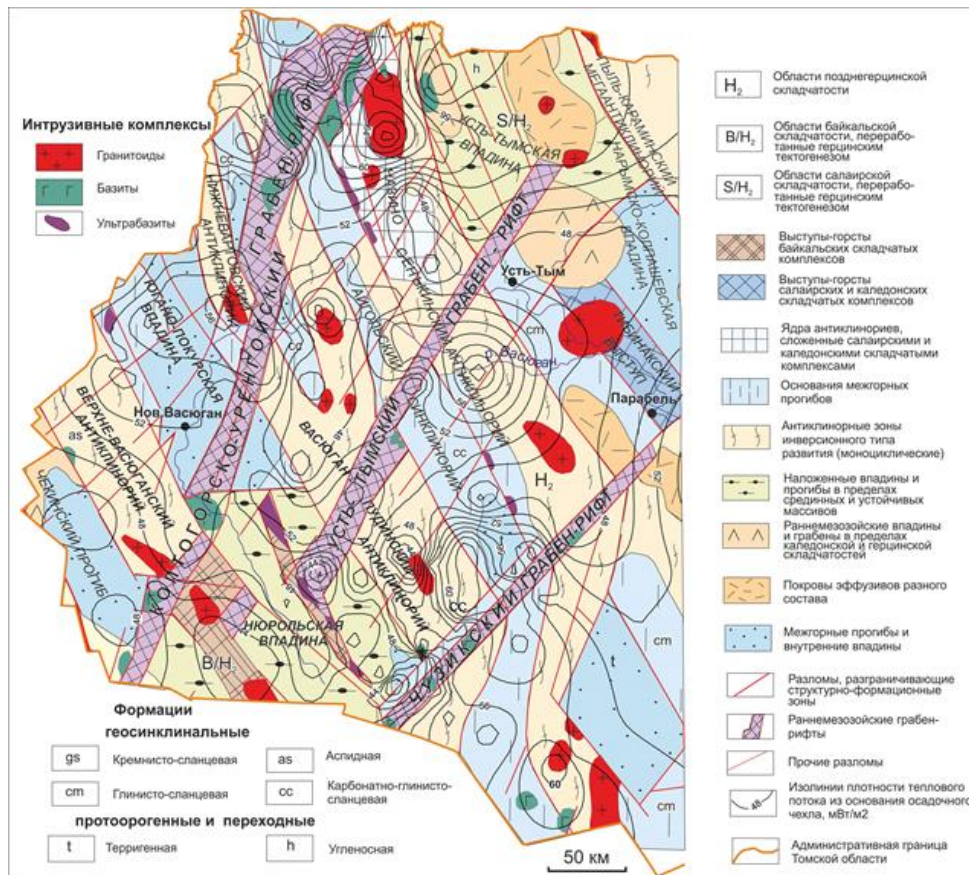


Рис. Фрагмент тектонической карты фундамента Западно-Сибирской плиты (В.С. Сурков, 1981) с добавлениями [6]

Тепловой поток и интрузии.

Считается, что в Западной Сибири существует зависимость напряженности геотемпературного поля от наличия в фундаменте кислых интрузий. При этом некоторые полагают, что аномалии в современном геотемпературном поле Западной Сибири, приуроченные к интрузивным телам, могут возникать только тогда, когда эти интрузии существуют не более 5 млн лет [3]. Для небольших интрузий (с минимальными размерами 1-2 км) время остывания составляет порядка первых тысяч лет.

При сопоставлении распределения глубинного теплового потока с локализацией интрузивных комплексов на территории не наблюдается однозначных закономерностей. Из 18 интрузий гранитоидного состава: 9 комплексов находятся в зоне повышенных значений теплового потока, 8 – в зоне пониженных значений. 1 – в градиентной зоне. Таким образом, полученный результат может свидетельствовать в пользу утверждения о том, что увеличение содержания радиоактивных элементов в кислых породах интрузий, равно как и повышение теплопроводности за счет гранитов, не может привести к заметному росту глубинного теплового потока.

Заключение. Таким образом, не было выявлено зависимостей между распределением теплового потока и локализацией рифтовых зон и интрузивных комплексов гранитоидного состава. Полученный результат показывает, что древние рифтовые структуры и интрузивные комплексы не оказывают влияния на поле теплового потока, поскольку энергетические процессы, связанные с их формированием, уже завершились. Что касается кислых интрузий, то, вероятно, увеличение содержания радиоактивных элементов и повышение теплопроводности за счет вещественного состава не приводит к значимому повышению глубинного теплового потока.

Литература

1. Дучков А. Д. и др. Новые данные о тепловом потоке Западной Сибири //Геология и геофизика. – 1989. – №. 1. – С. 140-144.
2. Крутенко Д. С., Галиева М. Ф. Плотность глубинного теплового потока и плотность нефтегазоносности юго-востока Западной Сибири //Проблемы геологии и освоения недр: труды XXIV Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященного 75-летию Победы в Великой Отечественной войне, Томск, 6-10 апреля 2020 г. Т. 1. —Томск, 2020. – 2020. – Т. 1. – С. 297-298.
3. Курчиков А.Р. Гидрогеотермические критерии нефтегазоносности. М.: Недра, 1992. – 231 с.
4. Курчиков А.Р. Тепловой режим нефтегазоносных областей Западной Сибири: автореф. дис. д. геол.-минер. наук. – Новосибирск, 1995. – 61 с.
5. Никитин Д.С., Хуторской М.Д., Иванов Д.А., Горских П.П. Глубинное строение и нефтегазоносность северо-восточной части Баренцевоморского шельфа. – М.: ГЕОС, 2020. – 148 с.
6. Сурков В.С., Жеро О.Г. Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. – М.: Недра. – 1981. – 143 с.
7. Хуторской М.Д. Введение в геотермию: курс лекций. М.: Изд-во РУДН, 1996. – 328 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН

Леин М.С., Колодяжный А.Б., Федотченко Ф.С.

Научный руководитель – доцент М.О. Коровин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Исследование свойств коллектора, таких как пористость, проницаемость и водонасыщенность является одной из основных задач петрофизика. Это необходимо для построения адекватной геологической модели залежей углеводородов (УВ), подсчета запасов и т.д.

Наиболее надежную информацию об петрофизических свойствах можно получить только путем изучения керна, поэтому необходимо убедиться, что данные ГИС и керна правильно увязаны и выровнены по глубине, прежде чем подбирать какую-либо статистическую модель. Увязка данных керна и ГИС предоставляют наиболее надежную информацию о фильтрационно-емкостных свойствах коллекторов.

Проблема увязки керна и каротажа является неотъемлемой частью любой петрофизической интерпретации и моделирования. Правильное и надежное решение этой задачи предопределяет качество итоговой петрофизической модели, но это сложная задача.

Существует два подхода увязки керна – поинтервальный и поточечный.

Поинтервальный метод обычно используется при высоком извлечении образцов породы из продуктивного интервала. То есть более 70% породы должно сохраниться. В то же время большая часть набора данных (до 90% результатов анализа керна), как правило, приходится на интервалы с низким извлечением, что затрудняет использование таких данных для калибровки.

Поточечная интерпретация является более сложной и ресурсоемкой, чем поинтервальный подход. Данный метод справляется с проблемой смещения керна по глубине на основе результатов стандартного анализа керна для интервалов с низким извлечением. Метод позволяет увязать не только интервалы керна, но и отдельные образцы, что значительно увеличивает количество возможных исходов. Это улучшает точность и качество петрофизической модели.

В статье рассматривается подход поточечной или «point to point» увязки керна. Подход основан на предположении о функциональной связи между петрофизическими свойствами образцов керна и амплитудой геофизических сигналов.

СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Увязка и сдвиг керн по глубине исследовался Petersilye (2003), Fontana (2010), Agrinier (1994) [2]. Следует отметить, что коммерчески доступные программные обеспечения для обработки и интерпретации данных ГИС и керн не имеют возможности автоматической увязки и смещения образцов по глубине. Существуют некоторые алгоритмы, разработанные исследовательскими центрами, которые способны в автоматическом режиме калибровать данные.

А. Куваев, Е. Стремичев, Р. Худорожков предлагают алгоритм сопоставления данных керн с ГИС, который автоматически сдвигает интервалы отбора керн так, чтобы корреляция между каротажем скважины и каротажем керн была максимальной. В данной работе был проведен гамма каротаж по скважинам и по керну. Они используют 12 скважин чтобы показать, что алгоритм не только значительно превосходит петрофизика не только по показателю достоверной аппроксимации, но и по скорости выполнения работы [1].

В другой статье О. Надеждин и Е. Заидуллиной представили результаты взаимной корреляции и сдвига по глубине керн и каротажных диаграмм в зависимости от магнитной восприимчивости, измеренной на всем керне и в стволе скважины. Каротаж, проведенный по керну растягивали и/или сжимали, а глубины сдвигали для наилучшей увязки к каротажу, проведенному в скважине. Основной сложностью был поиск параметра для управления растяжением / сжатием каротажа по керну по отношению к каротажу по скважине и нахождение параметра для управления смещением глубины для достижения максимально возможного коэффициента корреляции.

Применение описанных выше алгоритмов возможно при условии наличия каротажных данных по керну и при высоком коэффициенте извлечения образцов породы. В том случае, если каких-то данных не хватает, то такая интерпретация становится проблемной, поэтому был создан алгоритм, реализованный на высокоуровневом языке Python.

В данной статье представляются алгоритмы, направленные на автоматическую обработку, смещение глубины и калибровку скважинных каротажных диаграмм и петрофизических свойств, измеренных при анализе керн. Увязка керн выполнена с соблюдением правил увязки, где образцы не должны менять своё местоположение относительно других образцов.

Реализация: Из las. файла берутся необходимые значения (глубины и измеренные пористости) и формируется два массива данных для керн и коллекция «ключ-значение» для ГИС (ключ – глубина, значение – пористость). Под словом «коллекция» в Python понимается программный объект (переменная-контейнер), хранящий набор значений одного или различных типов, позволяющий обращаться к этим значениям, а также применять специальные функции и методы, зависящие от типа коллекции.

Происходит сопоставление глубин с помощью двух переменных "first_value_range" и "last_value_range", которые задают границы во всем диапазоне значений ГИС и керн по глубине.

Далее производится и дискретизация каротажных глубин с помощью интерполяции значений между глубинами и пористостями. Это необходимо для увеличения диапазона данных к которым будет привязываться керновые значения. Например, на месторождении «Х» каротаж записывал данные с шагом 0.2. Алгоритм преобразует этот шаг в 0.1, тем самым увеличивая количество значений в два раза. Новые дискретизированные значения добавляются в конец коллекции ГИС и после по «ключу» сортируются по возрастанию.

Алгоритм рандомизации: Сначала определяется первый диапазон, по которому будет смещаться точка пористости по керну. Для первой точки выбирается диапазон от 0 до значения, которое равно разнице длин коллекции ГИС и массива керн. Точка встает на случайное значение из этого диапазона. В программе это реализовано так:

$$k_start = 0$$
$$k_end = array_GIS_len_() - array_CORE_len_()$$

Следующее значение в коллекции керн будет началом для второго диапазона точки, а конечным значением будет разница длин коллекции ГИС и керн плюс номер итерации плюс 1 (n+1). Прибавление итерации к разнице длин нужна для того чтобы точки в конце не исчезали.

$$for\ i\ in\ range(array_CORE_len_()):$$
$$k_end = (array_GIS_len_() - array_CORE_len_()) + i$$

Случайное значение задаётся функцией «random.uniform», с помощью которой определяется место, на которое смещается пористость по керну в диапазоне.

При работе этого алгоритма пришлось столкнуться с проблемой, когда первые точки занимают большую часть интервала, тем самым ограничивая движение последним точкам в массиве. Последние точки теряют возможность передвигаться и оставляют маленький шанс на хорошую корреляцию.

Поэтому было введено понятие «жертвенная точка». Данный метод ограничивает передвижение пористости керн относительно пористости ГИС с помощью создания искусственного диапазона перемещений для каждой точки.

Например, берется 100 итераций, которое делится на длину кернового массива, (20 значений).

$$\frac{100}{20} = 5\ \text{итераций};$$

Это будет означать, что каждые 5 итераций будет добавляться новая жертвенная точка. При первых 5 итерациях такие точки не добавляются.

Алгоритм был применён на реальных данных обезличенного месторождения Западной Сибири. Пористость по керну легла на акустическую пористость с коэффициентом корреляции (r) 0,8 (рис. а, б).

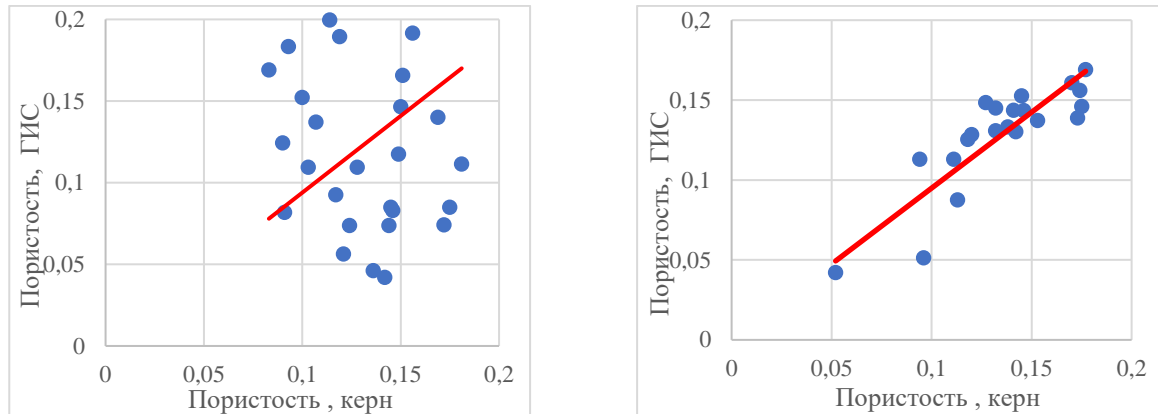


Рис. Пористость до увязки (а), пористость после увязки (б)

Коэффициент корреляции рассчитывался по формуле:

$$r_{xy} = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sigma_x \sigma_y}; \quad (1)$$

где:

$\overline{xy}, \bar{x}, \bar{y}$ – средние значения выборок;
 $\sigma(x), \sigma(y)$ - среднеквадратические отклонения.

Результатом работы является автоматизированный алгоритм увязки данных ГИС/КЕРН. Алгоритм позволяет смещать точки с высоким коэффициентом корреляции и его применение ускорит построение петрофизической модели с высокой точностью. Данный код требует доработки, поэтому не выставлен в открытый доступ.

Литература

1. Nadezhdin O.V., Akbasheva A.I., Savichev V.I., Emchenko O.V. Алгоритмы синтеза петрофизических моделей в условиях естественной неопределенности данных изучения керна и геофизических исследований скважин // Нефтяное хозяйство. – 2012. – № 4. – pp. 29-31.
2. Fontana E., Iturrino G.J., Tartarotti P. Depth-shifting and orientation of core data using a core-log integration approach: A case study from ODP-IODP Hole 1256D Original Research Article // *Tectonophysics*, Volume 494, Issues 1–2, 29 October 2010, pp. 85–100.

РЕАЛЬНОСТЬ ПОЗДНЕРИФЕЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ЦИКЛОСЕДИМЕНТОГРАММ ПО РАЗРЕЗАМ СКВАЖИН В НЕПСКО-ПЕЛЕДУЙСКОМ СВОДЕ НБА Марсанова М.Р.

Научный руководитель – профессор А.Г. Берзин
 Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, г. Якутск, Россия

Исследования были проведены в развитие гипотезы член-корреспондента РАН Б.А. Соколова [1]. Несмотря на то, что гипотеза выдвинута более 20 лет назад, справедливость ее не доказана и не опровергнута. Продолжают публиковаться работы, в которых приводятся геологические разрезы и модели глубинного строения НПС, отвечающие традиционным представлениям свода как части крупной платформенной структуры конседиментационного развития с консолидированным фундаментом [2].

Построены циклоседиментограммы по разрезам скважин вдоль фрагмента профиля «Батолит-1» через Непско-Пеледуйский свод (НПС). На них однозначно выделяются, распознаются и коррелируются макроциклиты: А₀, А, В, С, привязанные соответственно к кровлям толбанчанской, нелбинской, бюкской и билирской свит. Поведение корреляционных линий между макроциклами свидетельствует о моноклиналином погружении свит на северо-запад по профилю, а разрез скв. №804, вскрывшей на забое отложения среднего рифея, вписывается в этот тренд и противоречит сложившемуся представлению попадания скважины в грабен (рис.).

В скв. 540-3П, расположенной на крайней юго-восточной части НПС по профилю, 950-ти метровая толща пород в нижней части отнесена к талаканской толще венда. По данным построенной циклоседиментограммы эта толща подразделяется на нижневендскую (макроцикл D, соответствующий талаканской свите) и подстилающую рифейскую (серия разрастаний, объединенных по внешнему контуру и идентифицируемая как рифейский мегапроциклит “Е”).

Разрезу скважины 540-3П принадлежит ключевая роль в плане доказательства реальности позднерифейских отложений. Скважина не встретила кристаллических пород по причине попадания в «эрозионное окно»

СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

кристаллического пластообразного тела или его окончания на крае свода. На временном разрезе МОГТ скважина пересекает группу фаз 2-го выраженного отражения, которое является «позднерифейским» для остальной западной части профиля и однозначно идентифицировано в Талаканской скв. №804 как отражение от рифейских отложений. Наложение макроциклов выделенного рифейского мегацикла в скв. № 540-ЗП на группу фаз этого отражения подтверждает реальность позднерифейских отложений и отражений от них (рис.).

Кроме этого, корреляционная линия макроциклов «С» на временном разрезе свидетельствует, что позднерифейскими на западной части НПС (Верхне-Чонская и Санарская площади) могут быть не только рифейские, но и нижневендские отложения.

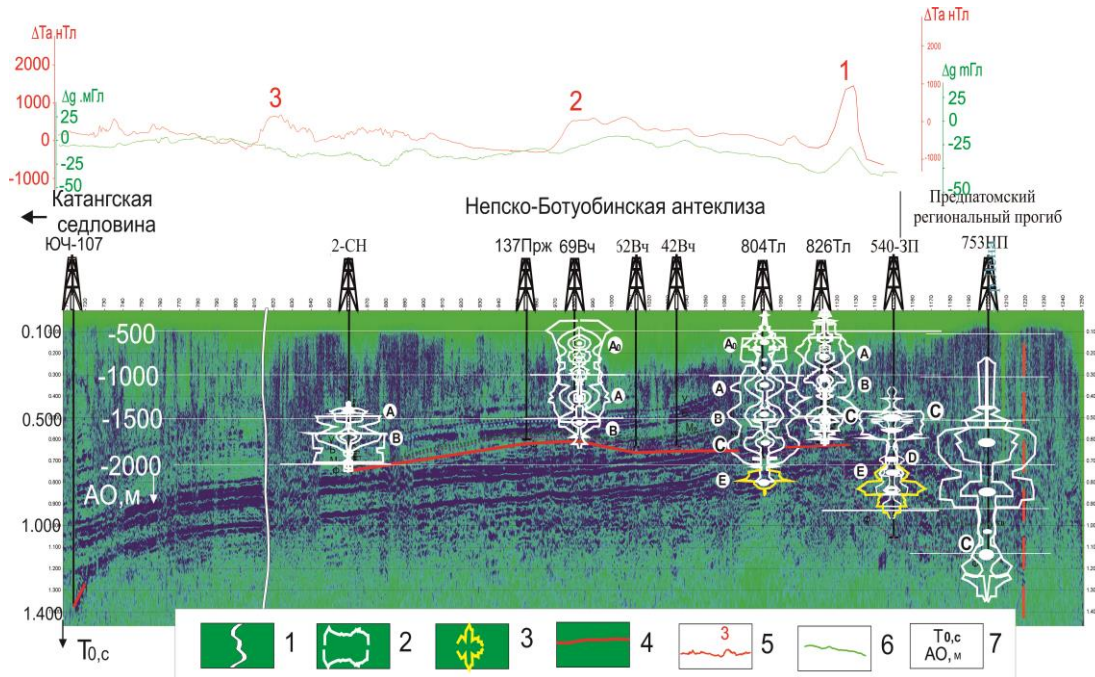


Рис. Гильберт-преобразование временного разреза МОГТ (по способу мгновенных амплитуд) фрагмента геотраверса «Батолит-1» с геолого-геофизической нагрузкой.

Литература

1. Соколов Б. А. Новые идеи в геологии нефти и газа: Изб. труды. – 2001.
2. Шемин Г.Г. Модели строения и количественная оценка перспектив нефтегазоносности региональных резервуаров нефти и газа Предпатомского регионального прогиба (Сибирская платформа). Монография. – Новосибирск. Издательство СО РАН, 2017. – 185 с.

ТЕПЛОЙ ПОТОК СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ (ПО ДАННЫМ ГЕОТЕРМИИ)

Меренкова А.С.

Научный руководитель - профессор Г.А. Лобова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Введение. На сегодняшний день одним из главных районов прироста запасов нефти и газа России по-прежнему остается Западно-Сибирская нефтегазовая провинция. Наибольший интерес направлен на поиск трудноизвлекаемых запасов, в том числе в доюрском нефтегазоносном комплексе. Наличие нефтематеринской свиты в разрезе является одним из главных геологических критериев при поисках таких залежей углеводородов [3]. В северо-восточной части Томской области распространена тогурская свита (Рис. 1), признаваемая многими исследователями как нефтематеринская для нижнеюрских и доюрских резервуаров. Перспективность разреза напрямую связана с катагенетической зрелостью битумоидов, поэтому в данной работе применяется геотермия, как один из поисково-разведочных методов нефтегазовой геофизики, для определения палеотемпературного режима тогурских отложений.

Целью настоящих исследований является определение теплового потока из основания осадочного чехла и построение карты теплового потока для северо-восточной части Томской области.

Методика исследования. Для решения обратной задачи геотермии использовалось ПО «ТермоDialog» [1], в котором рассчитывается величина теплового потока из основания осадочного разреза по распределению температур в разрезах скважин. Для моделирования проанализированы 63 скважины и отобраны 38 наиболее представительных. Критерием достоверности результатов моделирования является «невязка» температур (разница между «наблюденной» и «расчетной» температурами), которая не должна превышать $\pm 5^\circ\text{C}$. Тепловой поток считается квазипостоянным на момент начала осадконакопления, таким образом, решение однозначно.

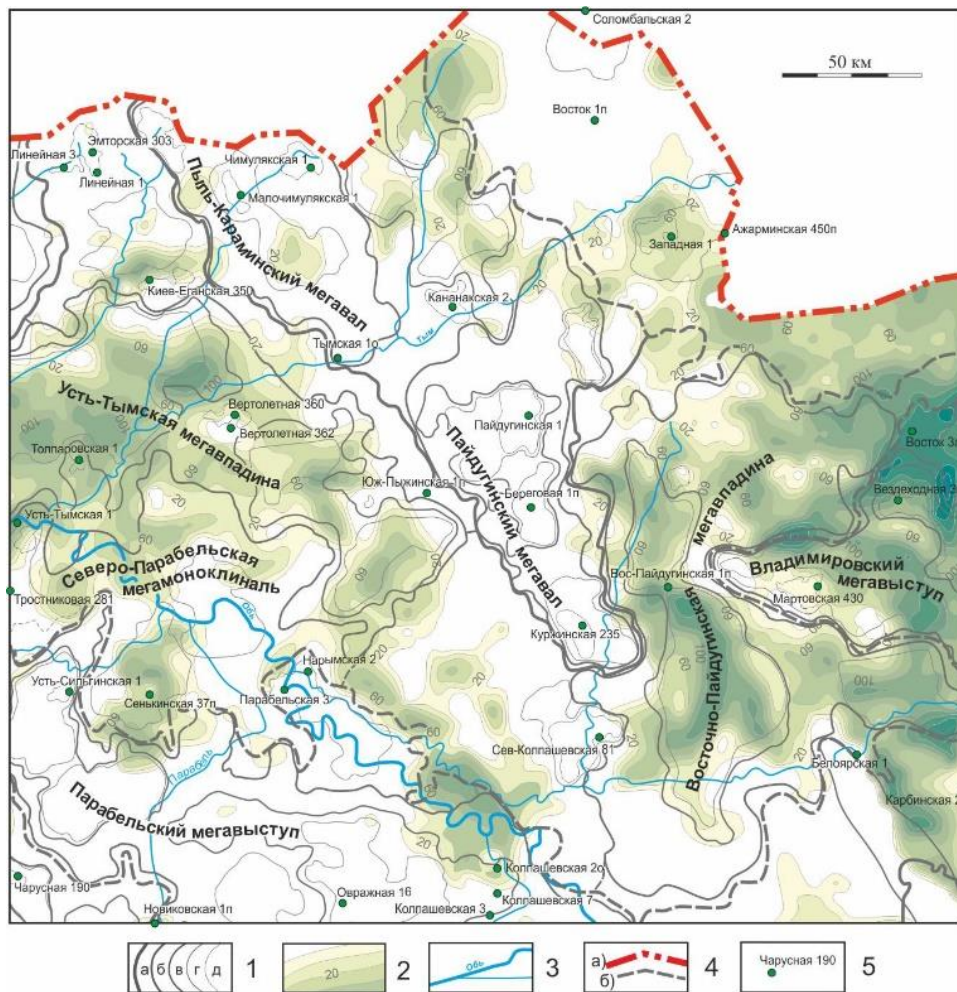


Рис. 1 Обзорная карта северо-восточной части Томской области на тектонической основе [2] юрского структурного яруса с границей распространения тогурских нефтематеринских отложений: 1 – контур тектонической структуры: надпорядковая (а), I-IV порядка (б-д); 2 – изопохиты геттанг-раннетюарских отложений с сечением 20 м; 3 – речная сеть; 4 – граница: Томской области (а), условная для «переходной зоны»; 5 – моделируемая скважина

Исходными данными при решении обратной задачи геотермии являются геотемпературы, определенные различными способами – снятые с кривой метода определения геотермического градиента, полученные при испытании объектов в скважине, а также палеотемпературы, пересчитанные из отражательной способности витринита (R_{vt}^0) с указанием времени «срабатывания» природного максимального термометра.

Результаты исследования и обсуждение. По полученным значениям была построена карта распределения теплового потока в пределах территории исследования (Рис. 2). На построенной карте наблюдается зона повышенных значений теплового потока, простирающаяся с северо-запада на юго-восток. Локально высокие значения отмечаются в скважинах Куль-Еганская 350, Южно-Пыжгинская 1, Парабельская 3, Белоярская 1 и Колпашевская 2 в порядке увеличения теплового потока соответственно от 56 до 69 мВт/м². Северо-восточная часть территории, приуроченная к структурам «переходной зоны», характеризуется пониженными значениями теплового потока (до 33 мВт/м²).

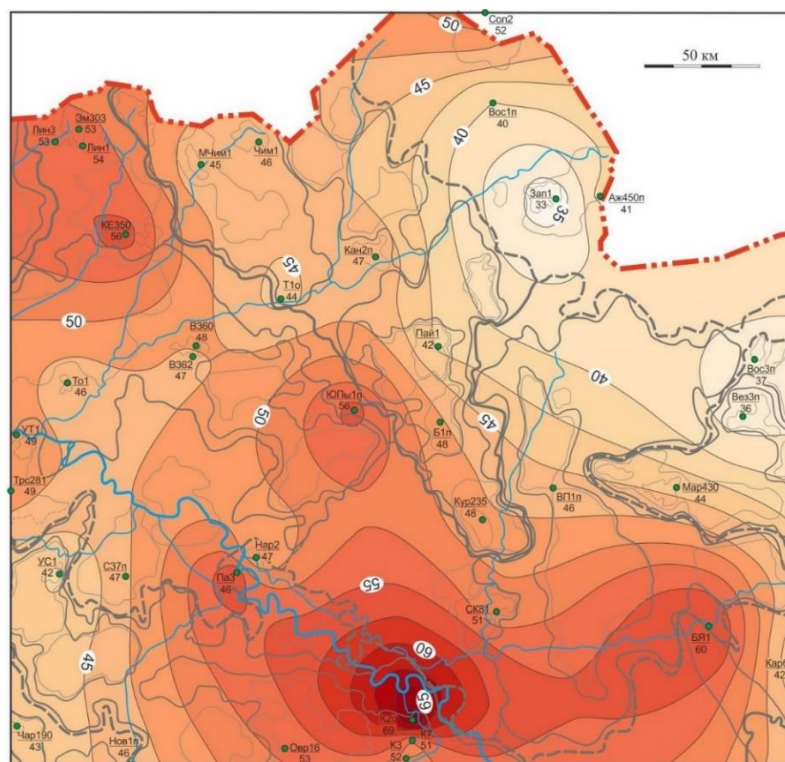


Рис. 2 Карта распределения значений плотности теплового потока с указанием значений теплового потока в скважине с сечением изолиний $2,5 \text{ мВт/м}^2$. Остальные условные обозначения те же, что на рисунке 1

Заключение. Таким образом, на первом этапе палеотемпературного моделирования, решением обратной задачи геотермии рассчитана плотность теплового потока из основания осадочного разреза. На следующем этапе исследования предстоит решить прямую задачу и определить генерационный потенциал тогурских отложений для северо-восточной части Томской области.

Литература

1. 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.
2. Конторович В.А. Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 253 с.
3. Стратегия и основы технологии поисков углеводородов в доюрском основании Западной Сибири: монография / В. И. Исаев, Г.А. Лобова, Ю.В. Коржов и др.; Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во ТПУ, 2014. — 112 с.

ОБОСНОВАНИЕ И ПРЕДПОСЫЛКИ ВЫДЕЛЕНИЯ НИЗКООМНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОИСКА ПРОАУЩЕННЫХ ЗАЛЕЖЕЙ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ СУРГУТСКОГО СВОДА (ХМАО)

Никитин И.А.¹

Научный руководитель - профессор И.А. Мельник²

¹СургутНИПИнефть, г. Сургут, Россия

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Важной областью для поисково-разведочных и эксплуатационных работ считается Сургутский нефтегазоносный район, который относится к одноименному своду. Большинство месторождений данного района находятся на завершающих стадиях разработки. Невзирая на кажущуюся вполне высокую степень изученности месторождений, потенциал их огромен. И тут возникает проблема, связанная с пропущенными низкоомными коллекторами, которая долгие годы остается актуальной. Огромное количество нефтенасыщенных интервалов не испытывается, что сказывается на оценке ресурсной базы государства. Данная проблема отлично оценена и решена И.А. Мельником. В своих монографиях он описывает собственную методику статистической интерпретации материалов геофизических исследований скважин (ГИС) при вычислении интенсивностей наложено-эпигенетических процессов.

За долгие годы изданы и обнародованы материалы, помогающие нахождению и диагностированию в терригенных геологических телах, продуктивных нефтенасыщенных коллекторов, характеризующиеся не высокими значениями удельного электрического сопротивления (УЭС). После проведения комплексных каротажных

исследований, низкоомные коллектора выражаются на диаграммах как водонасыщенные. В результате чего они не используются при дальнейшей эксплуатации скважины. На основании проведенного обобщения в работе И.А. Мельника «Причины образования нефтенасыщенных низкоомных коллекторов» можно выделить две основные первопричины образования низкоомных коллекторов. Это фациальная обстановка процесса осадконакопления и тектонический процесс. Во втором случаи образуются вертикальные каналы глубинных флюидов, приводящие к вторичным геохимическим процессам [3]. Так в литературе процесс наложенного эпигенеза выражается как геохимические и литолого-петрофизические преобразования горных пород, формирующиеся приходом флюидов из внешних источников [1]. Данные преобразования формируются за счет поступления глубинных флюидов в коллектор по субвертикальным проницаемым зонам. И следы от движения флюидов и будут являться индикатором наложенного эпигенеза. Различные исследователи в первую очередь выделяют следующие литологические причины образования продуктивных низкоомных коллекторов: присутствие в породе электропроводящих минералов (в основном пиритов); тонкое переслаивание глин с пониженным УЭС (анизотропия пород); текстурные особенности распределения и состав глинистых минералов [2].

Цель данной работы является при помощи применения технологии статистической интерпретации геофизических данных провести исследование геохимических свойств продуктивных горизонтов. Основополагающей в исследовании является тюменская свиты при на примере одного из месторождений, находящегося в Ханты-Мансийском автономном округе. Ключевым фактором будет подтверждение присутствия вторичных процессов.

Основой анализа является нефтегазовое месторождение, находящиеся в Сургутском нефтегазоносном районе Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Геологический разрез площади характеризуется высокой расчлененностью и этажностью. Отложениями в первую очередь приурочены к юрскому возрасту и заканчиваются нижнемеловыми осадками. В юрских отложениях Сургутского палеосвода выделяются тюменская свита, абалакская, васюганская, георгиевская, баженовская свита. Центральное место в исследовании занимают отложения пласта ЮС₂, стратиграфически привязанных к тюменской свите. Площадь тектонически относится к территории северо-западного склона Сургутского свода.

Пласт ЮС₂ отмечен переслаиванием песчаников темно-серых, плотных, различной зернистости, крепко сцементированных. Породы пласта ЮС₂ имеют сложный минералогический состав с многочисленными включениями акцессорных минералов. Было выявлено, что это регенерация кварца, лейкоксенизация (зачастую в виде пленочного цемента) и карбонатизация отложений. Цемент составляет 5-10 % (в алеволитах до 15 %) от общего объема породы. По данным рентгеноструктурного анализа цемент глинистый, на 30-50 % состоит из мелкокристаллического каолинита с поровым и неполно поровым типом распределения, на 30 % – из хлорита (пленочный, крустификационный, редко поровый тип цементации) и на 10-20 % из гидрослюда (пленочное, порово-пленочное распределение). В качестве примеси развита гидрослюда (монтмориллонит), отдельные поры выполнены кальцитом и железо-титанистыми минералами (лейкоксен, пирит) аутигенного генезиса.

Результаты выполненной статистической интерпретация с усреднением интенсивностей данных можно увидеть в таблице 1. Табличные данные показывают нам увеличение всех интенсивностей вторичных процессов в нефтенасыщенных интервалах относительно водонасыщенных. Для поиска продуктивных интервалов самым показательным параметром явилась интенсивность пиритизации. Если эпигенетический процесс является причиной одновременного изменения двух (и более) исследуемых характеристик породы, то статистические параметры корреляционных зависимостей между выборками данных характеристик будут отражать влияния интенсивностей процессов на породу. К таким параметрам относят коэффициент аппроксимации (R^2) и интервальный параметр (Y). Произведение статистических параметров $I=YR^2$ назовем параметром статистической интенсивности вторичных процессов, выражающим как качественную (R^2), так и количественную (Y) меры статистических регрессионных связей. Также введем параметр скрытой электрической проводимости – Q.

Таблица 1

Результаты выполненной статистической интерпретация

Икаол. у.ед.	Икарб. у.ед.	Ипир. у.ед.	Ипел. у.ед.	Идэс. у.ед.	Q. у.ед.	Икаол*Идэс	Насыщение
0,1570	0,0680	0,0525	0,1497	0,2004	0,3759	0,0363	Вода
0,1755	0,0836	0,1161	0,1724	0,2333	0,4687	0,0519	Нефть
1,1175	1,2288	2,2123	1,1519	1,1642	1,2467	1,4280	Нефть/Вода

Далее, с целью выявления низкоомных продуктивных интервалов на исследуемом месторождении был проведен статистический анализ и произведена фильтрация величин интенсивностей. По результатам статистической обработки данных ГИС песчаных интервалов пласта ЮС₂ были выявлены 2-е перспективных скважины, с точки зрения УВ насыщенности, интервалов (Таблица 2).

Таблица 2

Результаты фильтрация величин интенсивностей

Скв. (интервал, м)	Икаол, у.ед.	Икарб, у.ед.	Ипир, у.ед.	Ипел, у.ед.	Идэс, у.ед.	Q, у.ед.	Икаол*Идэс
a	0,2556	0,1798	0	0,2468	0,2806	0,527	0,071721
b	0,1495	0	0,1944	0	0,0815	0,182	0,012184

На территории было отмечено наличие значительного количества разрывных нарушений, секущих фундамент и юрские отложения геологического разреза. В скважинах, находящихся в непосредственной близости от разломов, был проведен рентгеноструктурный анализ образцов керна. В процессе анализа были найдены и сопоставлены скважины «с» и «d» в интервалах 2974 - 2988 и 2869,9 - 2872,8 метров. В обеих скважинах присутствуют включения конкреций пирита, которые и понижают электрическое сопротивление породы. (Кн согласно интерпретации геофизических исследований скважин от 0,349 до 0,483). Промысловый анализ показал высокий дебит нефти, а понижение удельного электрического сопротивления породы связано именно с ее вторично преобразованным литологическим составом.

Обобщая вышеизложенный материал можно с уверенностью признать, что факторы, влияющие на образование продуктивных низкоомных коллекторов на месторождение Сургутского свода, присутствуют, и они были отмечены в данной работе. Так в областях вторичных геохимических изменений благодаря тектоническим и флюидодинамическим причинам, могут обнаруживаться продуктивные низкоомные коллекторы. Стоит отметить, выделенные интервалы можно смело отнести к приразломным, либо литологически ослабленным (проницаемым) зонам при существовании непроницаемой покрышки. В случае отсутствия керна, по данным традиционной интерпретации каротажных диаграмм очень трудно обнаружить присутствие и количество метасоматитов, а также интенсивность соответствующих вторичных процессов. Хотя созданный метод статистической интерпретации материалов ГИС помогает решать возникающие сложности на разных этапах геологоразведочных работ. Проведенные исследования определили, что большое количество скважин с высокой долей вероятности содержат пропущенные продуктивные низкоомные коллектора.

Таким образом, на месторождении Сургутского свода имеются все предпосылки для применения статистически-корреляционного метода интерпретации материалов ГИС, который дает находить эпигенетические преобразованные интервалы терригенных коллекторов, характер и степень их преобразования, количество вторичных минералов, а также выделять продуктивные низкоомные коллектора.

Литература

1. Лебедев Б. А. Геохимия эпигенетических процессов в осадочных бассейнах / Лебедев Б. А. – М.: Недра, 1992. – 239 с.
2. Мельник, И. А. Выявление нефтегазонасыщенных низкоомных коллекторов на основе определения геохимических показателей по данным ГИС: док. дис. д-ра геол.-мин. наук / Мельник Игорь Анатольевич. – Томск, 2014. – 253 с.
3. Мельник, И. А. Причины образования нефтенасыщенных низкоомных коллекторов / И.А. Мельник // Геология нефти и газа. – 2018. – С. 129-136.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ РИФОВЫХ ПОСТРОЕК ТИМАНО-ПЕЧОРСКОЙ НГП ПО РЕЗУЛЬТАТАМ КОМПЛЕКСНОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ МЕТОДА МАГНИТОТЕЛЛУРИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И СЕЙСМОРАЗВЕДКИ

Орешкова М.Ю., Алберт Николас Фернандес Мамани

Научный руководитель – профессор А.С. Егоров

Санкт-Петербургский Горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

На площади исследований, расположенной в юго-восточной части Хорейверской впадины, Санкт-Петербургский Горный университет в августе 2006 года проводил электроразведочные работы методом МТЗ (магнитотеллурическое зондирование). МТЗ в данной работе выполнено с использованием аппаратуры MTU фирмы «Phoenix Geophysics» (Канада): пятиканальной измерительной станции MTU-5, которая в последние десятилетия стала широко использоваться для изучения осадочных бассейнов.

В ходе обработки были задействованы данные МТЗ с 50 точек наблюдений по двум параллельным профилям. Протяжённость профилей 7000 метров, расстояние между профилями 2000 метров, расстояние между точками 200-250 м. Обработка и интерпретация проводилась нами на базе лаборатории СТПР МПИ Санкт-Петербургского Горного университета с использованием специализированных программ SSMT 2000, MT-Editor и WinGlink. Для геологической интерпретации были задействованы данные сейсморазведки МОВ-ОГТ 2D по тем же профилям, что и профили МТЗ, протяжённость сейсмических профилей 20 км. Материалы сейсморазведочных работ 2D на территории участка получены сейсмпартиями 80-х, начала 90-х годов. В 2006 г компанией ОАО «ЦГЭ» (г. Москва) выполнена переобработка и переинтерпретация этих материалов по заданию Горного университета.

Целью данной работы является выделение рифовой постройки, прослеживание коллекторов и изучение структурных и вещественных особенностей разреза осадочного бассейна Тимано-Печорской нефтегазонасыщенной провинции в пределах Новоземельского полигона на основе совместной интерпретации данных метода магнитотеллурического зондирования (МТЗ) и сейсморазведки.

Задачи:

- 1) Обработать исходные точки геоэлектрических наблюдений с использованием программ SSMT 2000, MT-Editor и построить интерпретационный геоэлектрический разрез с помощью программы WinGlink;
- 2) Выполнить корреляцию опорных горизонтов на сейсмограммах с наиболее контрастными геоэлектрическими границами и толщами;
- 3) Выполнить комплексную геологическую интерпретацию по данным МТЗ и метода МОВ-ОГТ 2D в сечении двух геофизических профилей. Доказать наличие рифовой постройки, характерной для исследуемого региона, оценить особенности проявления рифовой постройки на сейсмических и геоэлектрических разрезах.

Актуальность комплексных исследований для выделения рифовых построек обуславливается тем, что отмечаются определённые сложности в выделении нефтеперспективных образований типа «риф» с помощью только одной сейсморазведки. Применение технологии высокоразрешающей электроразведки позволяет получать дополнительную информацию, повысить качество интерпретируемых материалов и в конечном итоге дать более точный прогноз локализации нефтегазовой залежи [2].

Исследуемый участок Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции расположен в пределах Печорской синеклизы на северо-восточном фланге. Площадь исследований расположена в центральной части Хорейверской впадины в Коллависовской ступени и граничит с Варандей-Адзвинской структурной зоной на северо-востоке, с Грядой Чернышева на юго-востоке и с Колвинским мегавалом на юго-западе.

Осадочный чехол в пределах современной Хорейверской впадины представлен породами палеозойской и мезозойской эратем и четвертичной системы. Осадочные отложения залегают на фундаменте вендского возраста. Фундамент прослеживается в центральной части Большеземельского палеоподнятия на глубине более 4500 м.

Отложения среднеордовикского-нижнедевонского доманиково-турнейского яруса, визейско-нижнепермского, верхнепермского-нижнетриасового возраста являются перспективными на площади исследований. Искомая залежь верхнедевонского возраста находится предположительно на глубине 3200 м [1].

В результате нашей переобработки и первичной интерпретации данных МТЗ по территории исследуемого полигона получен геоэлектрический разрез, на котором рифовая постройка маркируется отчётливо. На профиле Pr 04 структура типа «риф» проявляется контрастнее и имеет больший размер, чем та же структура на Pr02. Полученный геоэлектрический разрез очень хорошо коррелирует с сейсмическим разрезом. В ходе комплексной интерпретации выделяются основные литолого-стратиграфические горизонты, сопоставимые с зонами геоэлектрического разреза. На обоих разрезах отчётливо выделяется рифовая постройка и её границы совпадают (рис.1), определена глубина верхней границы рифового тела (3200 м) и нижней границы (3400 м). Методы, использованные на данной территории, хорошо подтверждают друг друга и делают полученную геологическую модель более достоверной и точной. Применение МТЗ позволяет выполнить детализацию разреза в части латеральных неоднородностей. Использование данных метода МТЗ совместно со структурными построениями по сейсморазведке МОВ - эффективный способ обнаружения нефтегазовых залежей за счет различной физической основы этих методов, результаты которых сопоставимы между собой и дополняют друг друга.

Методом интерполяции профильных данных по результатам инверсии 2D данных МТЗ был построен срез на глубине 3300 м (рис.2). На геоэлектрическом срезе на глубине 3300 м выделяется аномальная по параметрам кажущегося удельного электрического сопротивления зона, отвечающая рифовой постройке.

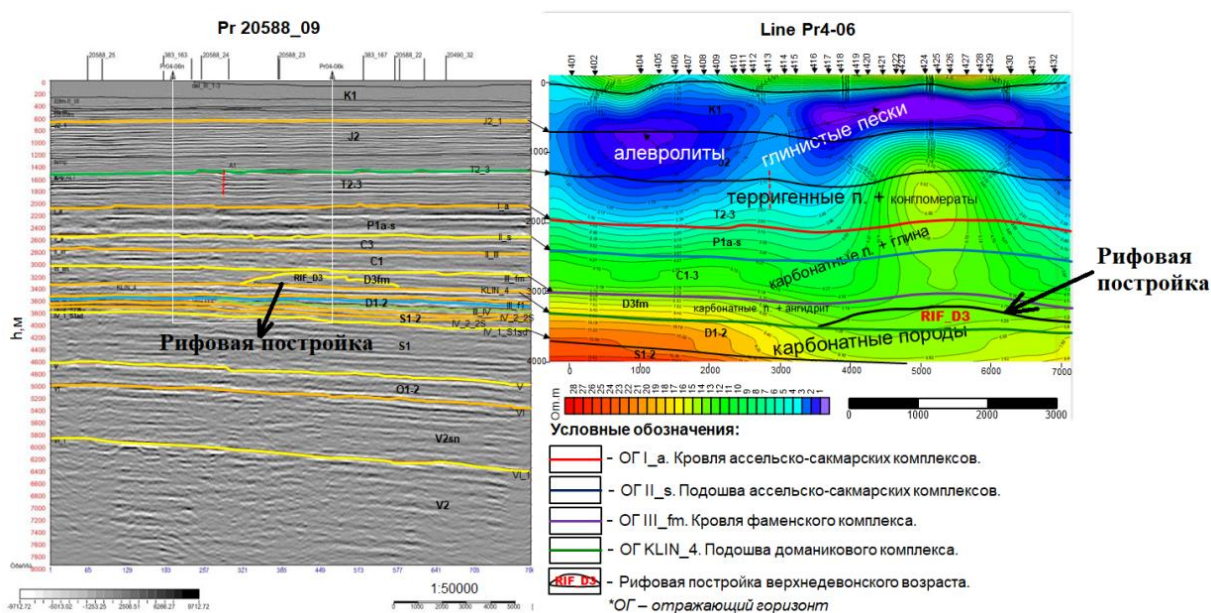


Рис. 1 Корреляция отражающих горизонтов на сейсмограмме 20588_11 и МТЗ Pr04-06

Комплексный анализ данных МТЗ и МОВ-ОГТ 2D позволяет выделить 3 перспективных комплекса:

- 1) Ассельско-сакмарский карбонатный комплекс. На временном разрезе наблюдается положительная фаза – 1,655-1,720 с. Среднее кажущееся электрическое сопротивление (ρ_k) горизонта ~ 900 Ом·м.
- 2) Фаменский комплекс для которого характерны терригенные и карбонатные породы. Среднее ρ_k толщи ~ 700 Ом·м.
- 3) Доманиковский карбонатный комплекс. Для карбонатных построек время пробега 1,895-2,030 с по отрицательной фазе. Этот горизонт является в высшей степени интересным для поисков рифовых построек, перспективных на углеводороды. Для рифовой постройки характерно увеличение скорости упругих волн. Среднее ρ_k горизонта >1000 Ом·м.

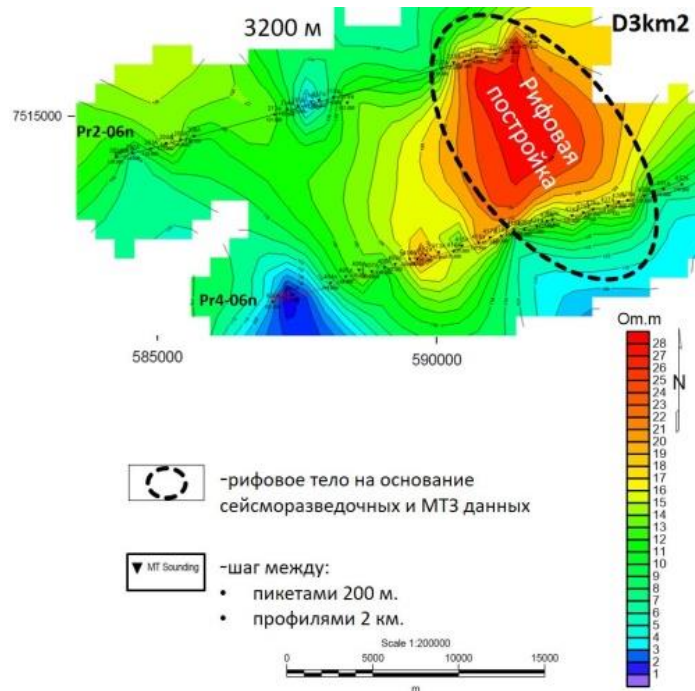


Рис. 2 Геоэлектрические срезы по результатам инверсии 2D данных МТЗ. Горизонтальное сечение на глубине 3200 м

Литература

1. Водолазская В. П., Опаренкова Л. И., Зархидзе Д. В., Иванов Н. Ф. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Уральская. Лист Q-40 – Печора // Объяснительная записка. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2013. – 365 с.
2. Губин И. А. Повышение эффективности комплексирования сейсморазведки МОВ и электроразведки МТЗ при поисках нефтяных месторождений в юго-восточной части Хорейверской впадины: Автореферат. Дис. ... канд. геол.-минер. наук. – СПб, 2007. – 153 с.

СОВМЕСТНОЕ ВНЕДРЕНИЕ ЗОНДИРОВАНИЯ СТАНОВЛЕНИЕМ ПОЛЯ В БЛИЖНЕЙ ЗОНЕ И СВЕРХШИРОКОПОЛОСНОЙ ГЕОРАДАРНОЙ СЪЕМКИ С ЦЕЛЬЮ УТОЧНЕНИЯ СТРОЕНИЯ ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ РАЗРЕЗА

Переплеткин И.А.

Научный руководитель - профессор В.И. Кузнецов
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия

Известно, что северные и арктические месторождения в Западной Сибири находятся в стадии глубокого освоения. Одной из главных причин расхождения сейсмических данных с данными последующего бурения реальными являются низкоскоростные (ЗМС) неоднородности разреза в области ВЧР, находящиеся в непосредственной близости от дневной поверхности и многолетнемерзлые породы (ММП), залегающие глубже [3]. Из альтернативных методов (в дополнение к сейсморазведке 3D МОВ-ОГТ), является недавно разработанная и динамически развивающаяся технология георадарной сверхширокополосной съемки, а также малоглубинная модификация зондирования становлением поля в ближней зоне (МЗСБ) – наиболее популярный метод электроразведки, имеющий наработанный методологию и опыт применения в различных условиях.

Рассмотрим вкратце взаимосвязь каждого из методов. Идея метода георадиолокационного зондирования методом отраженных электромагнитных волн (МОЭМВ) заключается в излучении импульсов волн и регистрации сигналов, отраженных от границ раздела с разной ДП [2]. На рис. 1 дан общий вид прибора (георадар ГРОТ-12Н) и схема образования волновой картины.

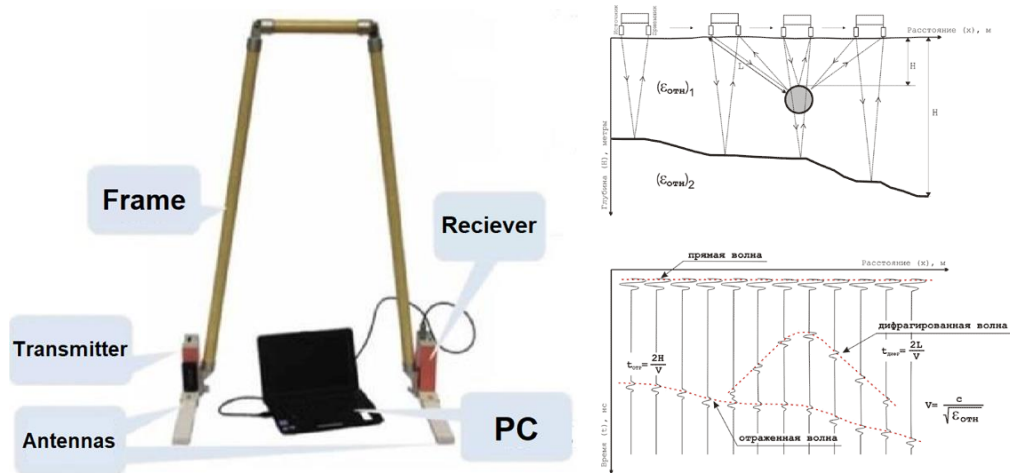


Рис. 1 Конструкция георадара серии ГРОТ-12 и общий вид образования волновой картины

Удельное сопротивление по ЗСБ может быть преобразовано в акустические параметры (V_p) с эмпирическими зависимостями [5]. Первая эмпирическая связь (1) между сопротивлением и скоростью волны P была предложена в 1951 году Фаустом (здесь Z - глубина (в футах), $K=1948$, R – удельное сопротивление, Ом*м):

$$V_p = K(ZR)^{(1/6)} \quad (1)$$

Усовершенствованная [6] запись уравнения через время прихода волны (2):

$$\text{sonic} = K(ZR)^{(-\text{exp})} \quad (2)$$

где sonic - это время прохождения P -волны, а K и exp - эмпирические константы. Далее, наиболее распространенной моделью, описывающей ДП для геологической среды, является модель, описываемая зависимостью (3):

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + i\sigma\omega; \quad (3)$$

Решение волнового уравнения во временной области уже на стадии постановки краевой задачи предполагает квазистационарность. В этих условиях уравнение (3) переходит в уравнение теплопроводности (4):

$$\frac{\partial E}{\partial t} = \sigma^{-1} \frac{\partial^2 E}{\partial z^2} \quad (4)$$

Его решение: $E(t, z) = \frac{C_0}{\sqrt{t}} \exp\left(-\frac{\sigma(z-\sigma^{-1})^2}{4t}\right)$, при $x=0$: $E(t, 0) = \frac{C_0}{\sqrt{t}} \exp\left(-\frac{1}{4\sigma t}\right) \rightarrow \frac{C_0}{\sqrt{t}}$.

По результатам проведенных расчетов авторами [1], данное приближение хорошо работает в области $n_0 z < 0,7t$, где $n_0 = \sqrt{\varepsilon_0}$. А при $n_0 z > 0,7t$. Коэффициент C_0 определяется тепловым потоком, вошедшим через границу. Из проведенных преобразований следует, что производная поля определяет электрическую проводимость (5):

$$\varepsilon_0 \frac{\partial^2 E}{\partial t^2} + \sigma \frac{\partial E}{\partial t} - \frac{\partial^2 E}{\partial z^2} = 0 \xrightarrow{\varepsilon_0 \frac{\partial^2 E}{\partial t^2} \ll \frac{\partial^2 E}{\partial z^2}} \frac{\partial E}{\partial t} = \sigma^{-1} \frac{\partial^2 E}{\partial z^2}, \quad (5)$$

Волновые параметры сигнала по мере распространения в геологической среде достаточно сложным образом зависит от структуры ДП самой среды, которая претерпевает значительные изменения в результате действия на неё внешнего электромагнитного поля. При георадарных исследованиях характерные времена зондирующих сигналов могут иметь порядок, сопоставимый со временами формирования ДП исследуемой среды. Проведённые исследования в [6] позволили установить функцию тренда (6) для связи скорости V_p и ДП:

$$\varepsilon = 0,00119V_p + 1,41383, R^2 = 0,55 \quad (6)$$

R^2 будет повышаться (7), к примеру, при известной плотности пород:

$$\varepsilon = 0,00072 V_p + 2,3032\phi - 2,4137, R^2 = 0,68 \quad (7)$$

Наконец, стоит отметить, что электромагнитные и акустические волны, распространяющиеся в различных средах, подчиняются единым волновым законам [4]. Это явления возбуждения волн, отражение и преломление на границе раздела сред, рассеяние на локальных неоднородностях, а также рефракция. Отсюда следует, что изображения границ раздела идентичны и временные разрезы визуальнo неотличимы. В то же время, различия в физической природе полей в сейсморазведке и георадиолокации определяют основные различия в физико-технических возможностях и ограничениях этих методов. В сейсморазведке преобладающие длины волн лежат в пределах от 2-3 м до первых десятков метров. В основном диапазоне частот, используемых в георадиолокации (50-3000 МГц), длины волн лежат в пределах от 1-3 см до 2 м. Следовательно, по глубинности методы перекрываются в области примерно 3-15 м, а по разрешающей способности георадиолокация стоит на порядок выше [1].

Наглядно сравнение радарограмм МОЭМВ и сейсмограмм представлено на рис. 2 на одной из л.у. (ЯНАО) по результатам экспериментальных работ в начале 2020 года. Отчетливо видно, что удовлетворительное качество

сохраняется в пределах глубин до 450-500 м без потери качества на радарограммах одновременно с большим разрешением в сравнении с сейсморазведочными данными.

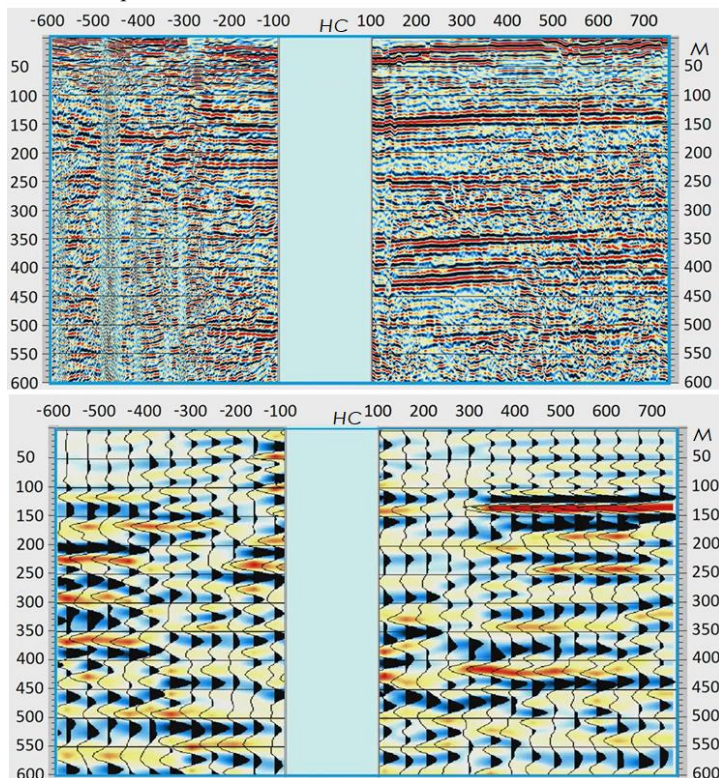


Рис. 2. Визуальное сравнение радарограмм и сейсмограмм ОПВ, ЯНАО

В результате сопоставления методов было установлено, что внедрение георадарной радиометрии с сейсморазведкой и с другими методами электроразведки существенно повышает общую информативность исследований за счёт высокой разрешающей способности сверхширокополосной георадиолокации.

Литература

1. Варенков В.В., Волкомирская Л.Б., Гулевич О.А. Разработка методики оценки кажущейся проводимости геоэлектрического разреза по данным МОЭМВ. Современные проблемы дистанционного зондирования и радиолокации: Муром. – 2018. – 8 с.
2. Волкомирская Л.Б., Гулевич О.А., Варенков В.В., Сахтеров В.И. К вопросу о требованиях к техническим характеристикам георадара // Геология и геофизика. – 2018. – № 4. – С. 541-552.
3. Долгих Ю.Н. Комплексная адаптивная технология кинематической инверсии данных сейсморазведки в условиях неоднородной ВЧР. – Диссертация на соискание ученой степени доктора геол.-мин. наук, Тюмень. 2017. – 318 с.
4. Поспеев А.В., Буддо И.В., Агафонов Ю.А. Современная практическая электроразведка // Новосибирск: Академическое издательство «Гео». – 2017. – 331 с.
5. Mavko G., Mukerji T., Dvorkin J. The Rock Physics Handbook // Cambridge, 2009. – 511 p.
6. Shelokhov, I., Buddo, I., Smirnov, A., Sharlov, M., Agafonov, Y. Inversion of TEM responses to create a near surface velocity structure. First Break, 10: EAGE. –2018. – p. 47-51.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОРАДИОЛОКАЦИИ ПРИ ПОИСКАХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РОССЫПНОГО ЗОЛОТА

Петросян Р.Н., Обернебесов Д.С., Гинзбург Е. А.

Научный руководитель - доцент О.Н. Ковин

Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, Россия

Метод георадиолокационного зондирования зарекомендовал себя как высокоразрешающий и эффективный способ изучения малоглубинных геологических объектов [2, 4]. Успешное применение метода при изучении приповерхностных тел основано на высоком контрасте электрических различных толщ. Однако при этом возникает проблема выбора оптимальных параметров зондирующего сигнала. Глубинность и разрешающая способность метода зависит от частотного состава зондирующего сигнала, причем разрешающая способность растет прямо пропорционально, а глубинность – обратно пропорционально. Таким образом, исследования могут быть проведены либо в ущерб глубинности, либо в ущерб разрешающей способности.

Георадиолокация основана на излучении электромагнитных волн и приеме сигнала, отраженного от границ сред с различными электрическими свойствами. Диэлектрическая проницаемость среды ϵ является основным

электрическим параметром горных пород, характеризующим распространение сигнала в разрезе. Глубина h отражающей границы определяется по значению скорости в среде v и времени прихода отраженного сигнала t как $h = vt/2$. Скорость распространения сигнала в среде зависит от ε диэлектрической проницаемости среды $v = c/\sqrt{\varepsilon}$, где c – скорость света в вакууме.

Отражение волн происходит на границе контакта двух сред с разными значениями диэлектрической проницаемости. При этом доля отраженной энергии будет определяться коэффициентом отражения с помощью формулы (1) [1,3]:

$$R = \frac{\sqrt{\varepsilon_1} - \sqrt{\varepsilon_2}}{\sqrt{\varepsilon_1} + \sqrt{\varepsilon_2}} \quad (1)$$

где ε_1 и ε_2 – диэлектрические проницаемости сред.

Полевые работы проводились на двух полигонах: Кулибрияник и Камустяг в Бодайбинском районе Иркутской области. Исследования проводились георадаром «Лоза 2Н». Полевой материал был получен при съемке со следующими параметрами:

1. Шаг по профилю составлял 30 см для исследуемого профиля;
2. Длина антенн достигала 6 м для всех исследуемого профиля, для такой антенны преобладающая частота была 25 МГц;
3. Расстояние между антеннами было в пределах 1 м;

Обработка производилась в программе «ReflexW», которая позволяет совершать 1D и 2D фильтрацию материалов, их интерпретацию, в том числе 3D, моделирование [5]. Исходный материал подвергся двухмерной фильтрации (рис. 1) – вычитанию среднего (dewow).

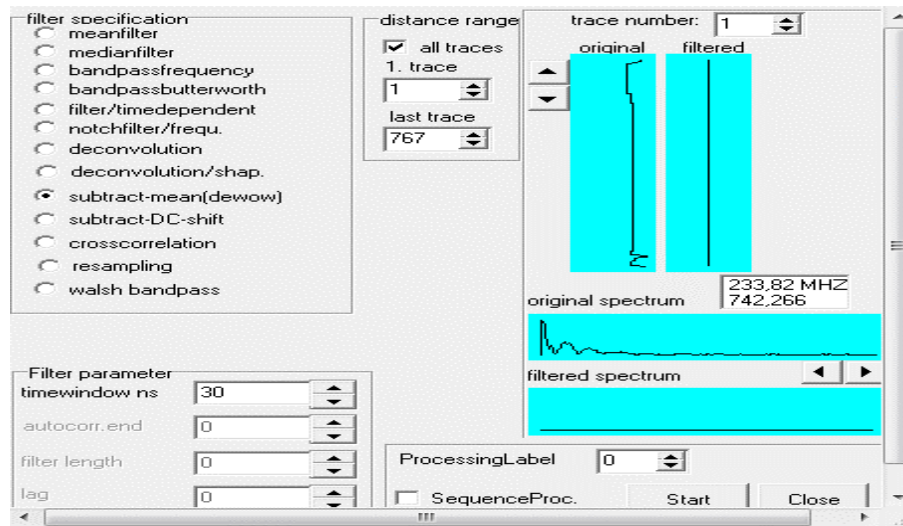


Рис. 1 Параметры фильтрации

В ходе интерпретации было выделено 2 ключевых слоя исходя из требований геологической задачи. Первый слой представляет собой коренные отложения сланцев, выполняющие функцию плотика, второй слой сложен песчано-галечными отложениями и является пластом, содержащий россыпное золото – песками россыпей (рис. 2). Также видно, что в верхнем слое дополнительно могут быть выделены 1-2 слоя.

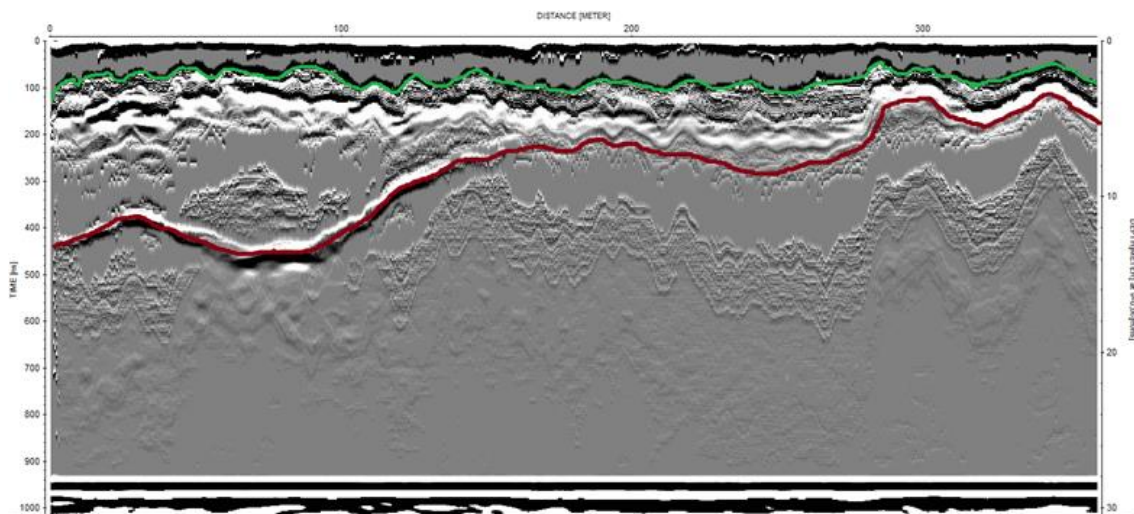


Рис. 2 Результаты интерпретации радиолокационных данных

По результатам интерпретации можно выделить область от 35 до 100 м, которая характеризуется увеличением глубины залегания плотика. В таком углублении чаще всего скапливается россыпное золото ввиду его высокой плотности. Сравним полученные результаты с данными бурения (рис. 3) соседней линии, находящейся на расстоянии около 1 км от исследуемой области.

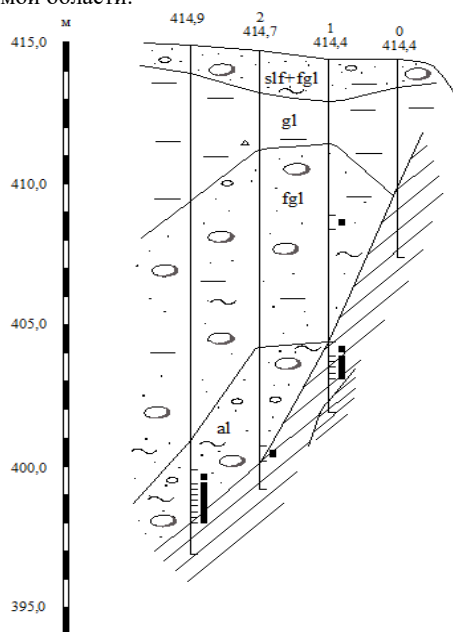


Рис. 3 Данные бурения по линии 24

По априорным данным видно, что плотик залегает на глубинах от 3 до 18 м, что на 40 м по горизонтали величина падения плотика может достигать 15 м. Для исследуемой области величина падения плотика варьируется в пределах от 0 до 8 м на 40 м. Результаты экспериментальных работ показали возможность использования метода георадиолокации для нахождения областей повышенной концентрации россыпного золота.

Литература

1. Владов М.Л., Старовойтов А.В. Введение в георадиолокацию: Учебное пособие. – М.: Издательство МГУ, 2004. – 153с.
2. Ковин О. Н. и др. О результатах опытных работ методом георадар для изучения строения аллювиально-делювиальных отложений //Геология и полезные ископаемые Западного Урала. – 2015. – №. 15. – С. 71-74.
3. Финкельштейн М. И., Кутев В. А., Золотарев В. П. Применение радиолокационного подповерхностного зондирования в инженерной геологии. – Недра, 1986.
4. Fiore J., Pugin A., Beres M. Sedimentological and GPR studies of subglacial deposits in the Joux Valley (Vaud, Switzerland): backset accretion in an esker followed by an erosive jökulhlaup //Géographie physique et Quaternaire. – 2002. – Т. 56. – №. 1. – С. 19-32.
5. ReflexW // Руководство по использованию программы «Рефлекс». Карлсруэ, Германия: K.J. Sandmeier, 2008. – 475 с.

АТРИБУТА ANT-TRACKING НА ОСНОВЕ СРАВНЕНИЯ С РУЧНОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИЕЙ И С ДАНЫМИ ПЛАСТОВОГО МИКРОСКАНЕРА

Сальников М.А.

Научные руководители: инженер-исследователь А.А. Волкова, инженер Г.Ю. Шишаев
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

При разработке карбонатных месторождений углеводородов ключевым моментом является построение геологических карт, отображающих характер распространения трещин на заданной площади. Большинство геофизических методов способны охватить лишь небольшую площадь. Сейсморазведка, в свою очередь, позволяет собрать в относительно короткие сроки данные по геологическому строению с огромной площади. Из этого вытекает проблема интерпретации огромного количества данных, что требует больших затрат времени и человеческого ресурса. Основной проблемой в этом процессе является неопределенность данных, что может привести двойственность мнений в интерпретацию. Решением вышеназванных проблем могут выступить алгоритмы для интерпретации сейсмических данных, написанные на языке программирования Python, рассматриваемые в данной работе.

Нефтяная залежь, данными которой руководствовались в этой работе, приурочена к доломитам замещения и характеризуется направленной трещиноватостью. Месторождение расположено в юго-восточной части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Согласно имеющимся геологическим данным, ловушка углеводородов сформирована в северо-восточном крыле синклинали складки северо-западного простирания на эрозионно-тектонической террасе фундамента [2]. Для изучения данного месторождения применялось комплексирование методов сейсмического атрибутного и сейсмофациального анализа со скважинными исследованиями. Данная работа

основана на данных сейсмического атрибута Ant-Tracking, который использует искусственный интеллект для прослеживания разломов и зон с повышенной трещиноватостью [3]. Карта атрибута Ant-Tracking по изучаемому объекту представлена на рис. 1.

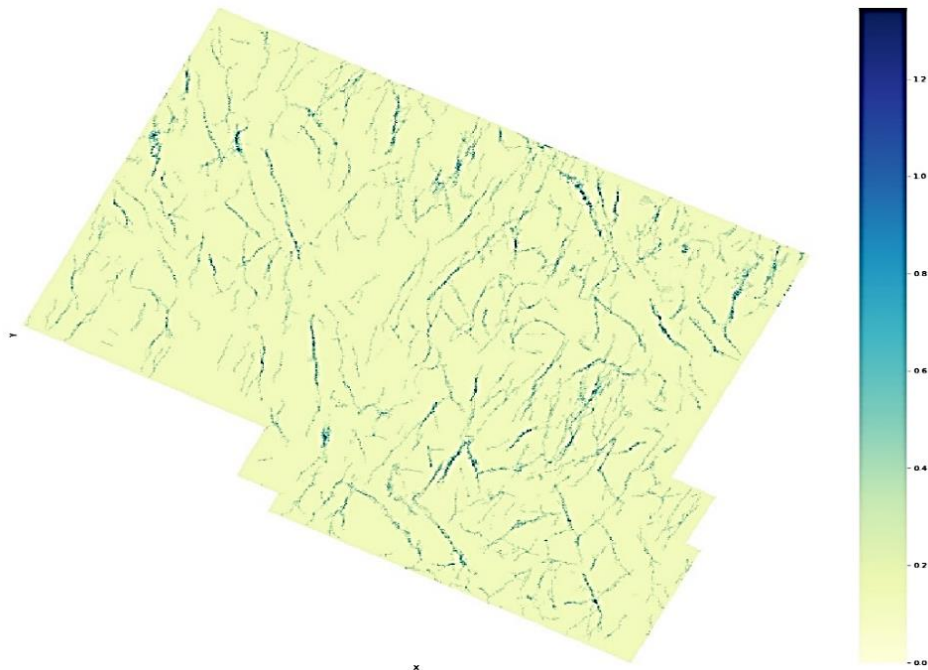


Рис. 1 Карта атрибута Ant-Tracking по изучаемому объекту

Чем больше значение атрибута, тем больше вероятность нахождения в данной точке трещины, а также больше её объем. В дальнейшем при построении карты плотности трещиноватости, чтобы сделать её более наглядной и неперегруженной следует перейти от значений атрибута к классам: «пустотное пространство», «твердая порода». Для этого обозначается порог значения атрибута, переступая точка относится к классу «пустотное пространство». Далее рассчитывается количество трещин на единицу площади, исходя из чего строится карта плотности трещиноватости. Сравнение карты полученной с помощью алгоритма и с помощью ручной интерпретации представлено на рис. 2.

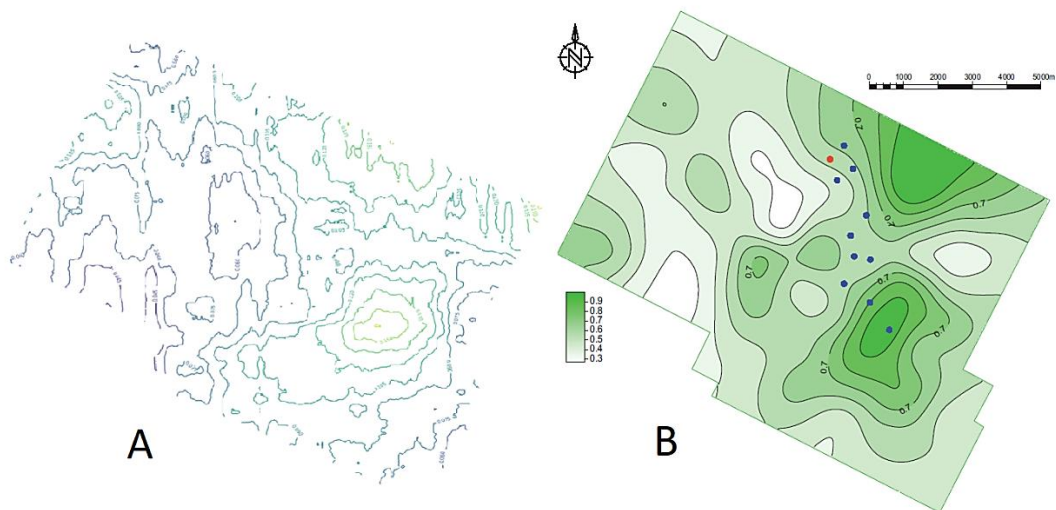


Рис. 2 Сравнение карты полученной с помощью алгоритма(A) и с помощью ручной интерпретации(B) [1]

Так же был разработан алгоритм на основе компьютерного зрения для построения роз-диаграмм азимутальной направленности. Сравнение результатов его работы с розой-диаграммой построенной вручную, а так же с результатами исследования проведенного пластовым микросканером можно увидеть на рис. 3.

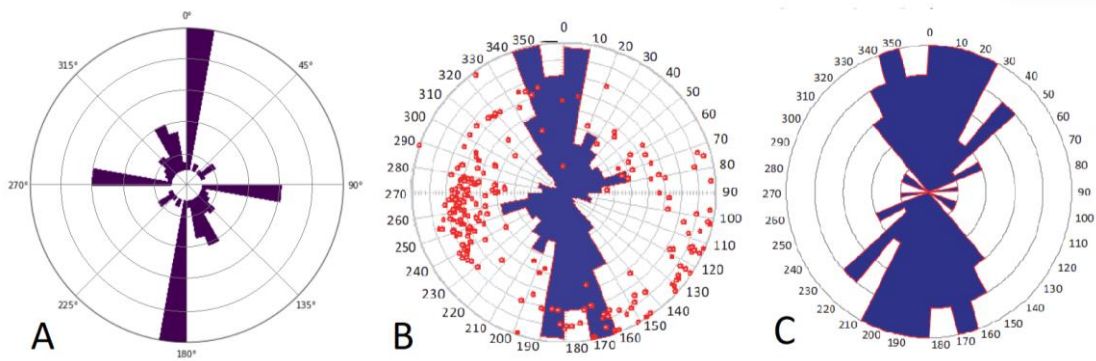


Рис. 3 А – роза-диаграмма, построенная алгоритмом; В – направления трещиноватости, выделенные пластовым микросканером [1]; С - роза-диаграмма, построенная вручную [1]

На основе рис. 2 можно сделать вывод, что корреляция между полученными результатами прослеживается. Разница между ними может быть обусловлена разной единицей площади, взятой для расчета плотности, а также желанием человека-интерпретатора «упростить» для понимающей карту, максимально сгладив линии. Вывод: алгоритм построения карт плотности трещиноватости работает корректно.

На основе рис. 3 можно сделать вывод, что корреляция между полученными результатами прослеживается, но в недостаточной мере. Разница может быть обусловлена выбранным в алгоритме методом детекции трещин, что в последствии влияет на точность определения угла распространения трещины. Из результатов видно, что алгоритм склонен определять углы с некоторым «пристрастием», а также относить их к соседнему диапазону. Так чаще всего выделяются углы в 0, 90 и 180 градусов. Вывод: алгоритм построения роз-диаграмм требует доработки.

Литература

1. Волкова А.А., Меркулов В.П., Применение сейсмических методов для оценки перспектив нефтегазоносности отложений палеозойского фундамента Западно-Сибирской плиты // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2019. – Т. 330. – № 3. – 156-162.
2. Ежова А.В., Меркулов В.П., Чеканцев В.А. Геологическая модель строения палеозойского фундамента Северо-Останинского нефтяного месторождения (Томская область) // Горный журнал. – 2012. – Специальный выпуск. – С. 35-38.
3. ZHANG Xingxing, LI Tingting, SHI Yue and ZHAO Yanqi, 2015. The Application of Fracture Interpretation Technology Based on Ant Tracking in Sudeerte Oilfield. Acta Geologica Sinica (English Edition), 89(supp.): 437-438. Cuturi, M. Blondel, M. 2017 Soft-DTW: a Differentiable Loss Function for Time-Series. ICML 2017.

МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ (ПОИСКОВ) ЛОВУШЕК УГЛЕВОДОРОДОВ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ И ОЦЕНКИ ИХ ПРОДУКТИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК В ПРЕДЕЛАХ БАЙКИТСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ

Серов В.В.

Научный руководитель ведущий научный сотрудник Абросимова О.О.

Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт, Новосибирский филиал, г. Новосибирск, Россия

Байkitская нефтегазоносная область (НГО) входит в состав Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции и находится в юго-западной части Сибирской платформы (Красноярский край), занимая большую часть надпорядкового структурного элемента Байkitская антеклиза. На территории НГО открыто 9 месторождений углеводородов (УВ). Для успешной реализации программы трубопроводной системы «Восточная Сибирь – Тихий Океан» необходимо воспроизводство сырьевой базы нефтегазодобычи, в т.ч. на рассматриваемой территории. После начала эксплуатации в 2016-2017 гг. крупнейших Куюмбинского и Юрубчено-Тохомского месторождений и запуска в 2017 году магистрального нефтепровода «Куюмба-Тайшет» НГО входит в состав основных нефтедобывающих центров России.

Разрез Байkitской НГО представлен породами кристаллического фундамента (архей – нижний протерозой) и осадочным чехлом, в котором выделяются два структурно-формационных мегакомплекса: верхнепротерозойский и венд-фанерозойский. Нефтегазоносны карбонатные породы-коллекторы рифея и терригенные и карбонатные вендские отложения.

Рифейский разрез – преимущественно карбонатная толща, суммарной мощностью по геофизическим данным до 10 км. Рифейские отложения (камовская серия) Байkitской антеклизы расчленены на толщи. Отложения отсутствуют в северной части НГО. Основная продуктивность связана с отложениями юрубченской, куюмбинской и вингольдинской толщ, которые представлены доломитами фитогенными, пластово-строматолитовыми, онколитовыми, органогенно-обломочными, реже хемогенными, иногда запесоченными. Карбонатно-терригенный комплекс имеет сложное блоковое строение.

Вендские породы залегают с угловым и стратиграфическим несогласием на разновозрастных толщах рифея или на кристаллическом фундаменте. К терригенному венду на территории Байкитской НГО относят отложения непского и тирского стратиграфических горизонтов. Фациальная зональность вендского разреза обусловлена различными источниками сноса материала и последовательным вступлением в режим осадконакопления внутренних районов Сибирской платформы по мере ее погружения [3]. Песчаные пласты в тирском горизонте мощностью более 5 м установлены только в южной части НГО (продуктивные песчаные пласты Оморинского нефтегазоконденсатного месторождения). По этой причине основные перспективы нефтегазоносности терригенного венда рассматриваемой территории связываются с зоной развития отложений непского стратиграфического горизонта.

Перспективы нефтегазоносности территории обычно определяются наличием в разрезе нефтегазоматеринских отложений, коллекторов и покрышек. Вопрос об источнике УВ изучался многими исследователями и на сегодняшний день нефтематеринскими считаются породы рифея и венда. По мнению Т.К. Баженовой [1] практически вся рассматриваемая территория представляет собой сплошной очаг нефтегазообразования. Если, условно, изучение нефтематеринских пород можно отнести к стадиям прогноза нефтегазоносности и оценки зон нефтегазоаккумуляции регионального этапа геолого-геофизических работ (уточнение модели нефтегазообразования модели происходит на всех этапах его изучения), то основная цель поисково-оценочного этапа является обнаружение залежей, которые являются заполненными УВ ловушками.

Ловушка представляет собой часть коллектора, условия залегания которого и взаимоотношения с экранирующими породами обеспечивает возможность накопления и длительного сохранения УВ. В середине прошлого столетия, на заре нефтегазопроисловых работ на рассматриваемой площади, основным объектом для поиска УВ являлись антиклинальные объекты. Используемая стадийность геологоразведочных работ позволила открыть залежи и месторождения наибольшего размера. Целевым горизонтом при проведении буровых работ являлись рифейские отложения. Наряду с антиклинальными ловушками открывались и неантиклинальные залежи, которые при ориентации только на структурный фактор обычно открываются случайно.

Комплекс методов региональной и поисковой стадии ГРП включал сейсморазведочные работы, бурение, гравимагнитные съемки и электроразведочные работы.

Геологическое строение рассматриваемой площади характеризуется очень сложным строением. Расчлененный труднодоступный рельеф местности, неоднородности верхней части разреза и нестабильность условий возбуждения и приема упругих волн затрудняет проведение исследований, трапповый магматизм и связанные с ним скоростные неоднородности трудно поддаются учету при обработке сейсморазведочных наблюдений, высокие скорости суммирования затрудняют подавление кратных и частично-кратных волн, которые по скоростям практически не отличаются от однократных.

Сейсмическим методам разведки принадлежала (и принадлежит) главная роль в изучении особенностей геологического строения нефтегазоносных территорий Восточной Сибири. На сегодняшний день на рассматриваемой территории отработано более 68,5 тыс. пог.км. сейсмопрофилей (плотность 0,6 км/км²). Анализ фонда ловушек, выявленных по работам МОГТ-2Д, показывает слабую сходимость результатов работ как с данными интерпретации МОГТ-3Д, так и с более поздними профильными работами. Структурные ловушки, после проведения более детальных площадных работ часто не подтверждаются. Из-за сложного строения практически все открытые месторождения покрыты съемками МОГТ-3Д, результаты обработки и интерпретации которых позволили перейти от структурной интерпретации фанерозойской части разреза к получению информации на всю мощность рифейско-палеозойского осадочного чехла с прогнозом коллекторских свойств и анализом палеогеографических обстановок формирования пород. Кроме наземных работ, на современном этапе региональных исследований проводились и речные сейсморазведочные работы, в т.ч. и вблизи Байкитской антеклизы (региональные сейсмические профили (речные работы) и опытные электроразведочные работы по реке Нижняя Тунгуска 2012-2014 гг.).

Бурение скважин (прямой метод поиска залежей), отбор керн, проведение ГИС и испытаний пластов затруднялись глубоким залеганием продуктивных интервалов, наличием в них зон аномально высоких и аномально низких пластовых давлений, применением высокоминерализованных утяжелителей промысловых жидкостей с образованием в процессе бурения глубоких зон проникновения. Высокая потенциальная аварийность вела к сокращению программы исследований. Низкий процент выноса керн часто не позволял объективно оценивать средние значения коллекторских и физических свойств пород, в скважинах сокращался комплекс ГИС, выполняемого приборами с центрирующими или прижимными устройствами. Из-за высокой минерализации промысловых жидкостей, большой зоной проникновения и малой мощности единичных коллекторов снижалась эффективность других методов ГИС (БКЗ, ИК, ПС) [2]. К настоящему времени на территории Байкитской НГО пробурено более 250 скважин (плотность бурения 5,5 м/км²), наиболее изучена бурением центральная часть НГО (Камовский свод).

Гравимагнитные исследования играли важную роль на начальных этапах исследования территории. Региональные съемки выполняли для изучения общего характера полей на обширных территориях. Материалы этих съемок легли в основу первых схематических построений, в которых отражены представления о структуре и вещественном составе фундамента и региональных элементах платформенного чехла. В настоящее время эти построения существенно уточнены как в отношении морфологии и структуры аномалий, так и в отношении их геологической природы. Также их задачами являлись выделение и классификация разломов, блоковых структур фундамента с оценкой перспектив их нефтегазоносности, имеются отдельные работы с попытками учесть распределение избыточных масс для введение статистических поправок при обработке сейсморазведочных данных.

Электроразведочные работы на площади исследования проводились, в основном, двумя методами – магнитотеллурическими зондированиями, направленными на изучение региональных структурных особенностей строения территории, и становлением поля в ближней зоне, как правило, при площадных поисковых работах на стадии подготовки объектов под бурение. В результате были оценены проводимости верхней и нижней частей разреза осадочного чехла, зафиксированы аномалии проводимости в фундаменте, верхней и нижней коре. По данным ЗСБ в венд-кембрийской части разреза были закартированы зоны повышенной проводимости, связанные с наличием

проводящих терригенных разностей пород, спрогнозированы области их распространения и перспективы в нефтегазоносном отношении.

Анализ геоэлектрического разреза позволил выделить различным исследователям от трех до семи геоэлектрических комплексов пород. Их стратиграфическая приуроченность не всегда однозначна, отмечается объединение разновозрастных отложений в единые комплексы. При геологической интерпретации материалов электроразведки, по возможности, используются данные бурения и структурные построения по материалам интерпретации сейсморазведочных данных.

На современном этапе исследований электроразведочные работы, как правило, проводятся в комплексе, включающем зондирования становлением поля (ЗСБ) в многоразном варианте (М-ЗСБ) и магнитотеллурические зондирования (МТЗ). Для исследования ВЧР применяются малоуглубинные ЗСБ и аэроэлектроразведка МПП.

На сегодняшний день несейсмический комплекс геофизических исследований должен быть нацелен на картирование пород трапповой формации, зон мерзлоты и разрывных нарушений, локализации зон эпигенеза над залежами УВ и введение поправок при обработке данных наземной сейсморазведки, выявления магматических и вулканических комплексов пород во всем исследуемом интервале глубин, картирования эпигенетических изменений верхней части разреза по аномальным характеристикам магнитного и электромагнитного полей.

Комплекс методов для поиска и оценки ловушек УВ практически не изменился с начала нефтепоисковых работ в пределах Байкитской антеклизы, однако уровень технического и методологического оснащения у исследователей несравненно вырос. Информативность геофизических методов из-за сложного строения ВЧР, скоростных аномалий и сложного строения коллектора остается не очень высокой, что требует комплексировать сейсморазведочные методы с другими полевыми геофизическими исследованиями.

Литература

1. Баженова, Т. К. Эволюция нефтегазообразования и нефтегазоаккумуляции на юго-западе Сибирской платформы / Т. К. Баженова, А. И. Шапиро, В. Ф. Васильева, Н. Б. Вишневецкая, Л. И. Климова, Н. Т. Кунаева, Н. А. Рогозина, Г. В. Туренкова; [науч. ред. О. М. Прищепа]; ФГУП «ВНИГРИ». – СПб.: ВНИГРИ, 2015. – 152 с. – (Труды ВНИГРИ).
2. Козьяр, В. Ф. Геофизические исследования подсолевых отложений при аномальных пластовых давлениях / В. Ф. Козьяр, А. В. Ручкин, Г. Г. Яценко. – М.: «Недра», 1983. – 208 с.
3. Мельников, Н.В. Венд-кембрийский соленосный бассейн Сибирской платформы. (Стратиграфия, история развития). Изд. 2-е, доп. / Н. В. Мельников. – Н.: СНИИГГИМС, 2018. – 177 с.

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЛОКАЛИЗАЦИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ БАРЕНЦЕВО-КАРСКОГО РЕГИОНА Шелковникова Ю.С.

Научные руководители: доцент А.А. Лукин, доцент Г.Г. Номоконова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Высокая степень разработки месторождений углеводородов (УВ) Тимано-Печорской и Западносибирской нефтегазоносных провинций вынуждает обратиться к северным прилегающим территориям – Арктической шельфовой зоне. Согласно представлениям В.П. Гаврилова [2], для оценки слабо изученных территорий Арктической шельфовой зоны необходимо использовать понятие Пояса нефтегазоаккумуляции, включающего в себя Арктическую зону и внутриконтинентальную его часть, хорошо изученную и разведанную, и по ней судить о шельфовой зоне. Оба рассматриваемых пояса нефтегазоаккумуляции – высокоресурсные [2].

В шельфовой зоне Баренцево-Карского региона выявлены богатые газовые и газоконденсатные месторождения, такие как Штокмановское, Ленинградское, Русановское, проведена съемка гравитационного и магнитного полей масштаба 1:10 000 000 (рис.1 и 2).

Цель исследования: Выявить закономерности локализации месторождений УВ Баренцево-Карского региона в гравитационном и магнитном полях. Определить признаки обнаружения и сравнения месторождений.

При выполнении работы были использованы результаты ранее проведенных автором исследований [3, 4], другие опубликованные по теме данные [1, 2], а также иная доступная геолого-геофизическая информация

На картах геофизических полей изучаемого региона (рис.1, 2) нанесены месторождения (в порядке понижения запасов УВ), а также оси основных, наиболее выраженных геофизических аномалий.

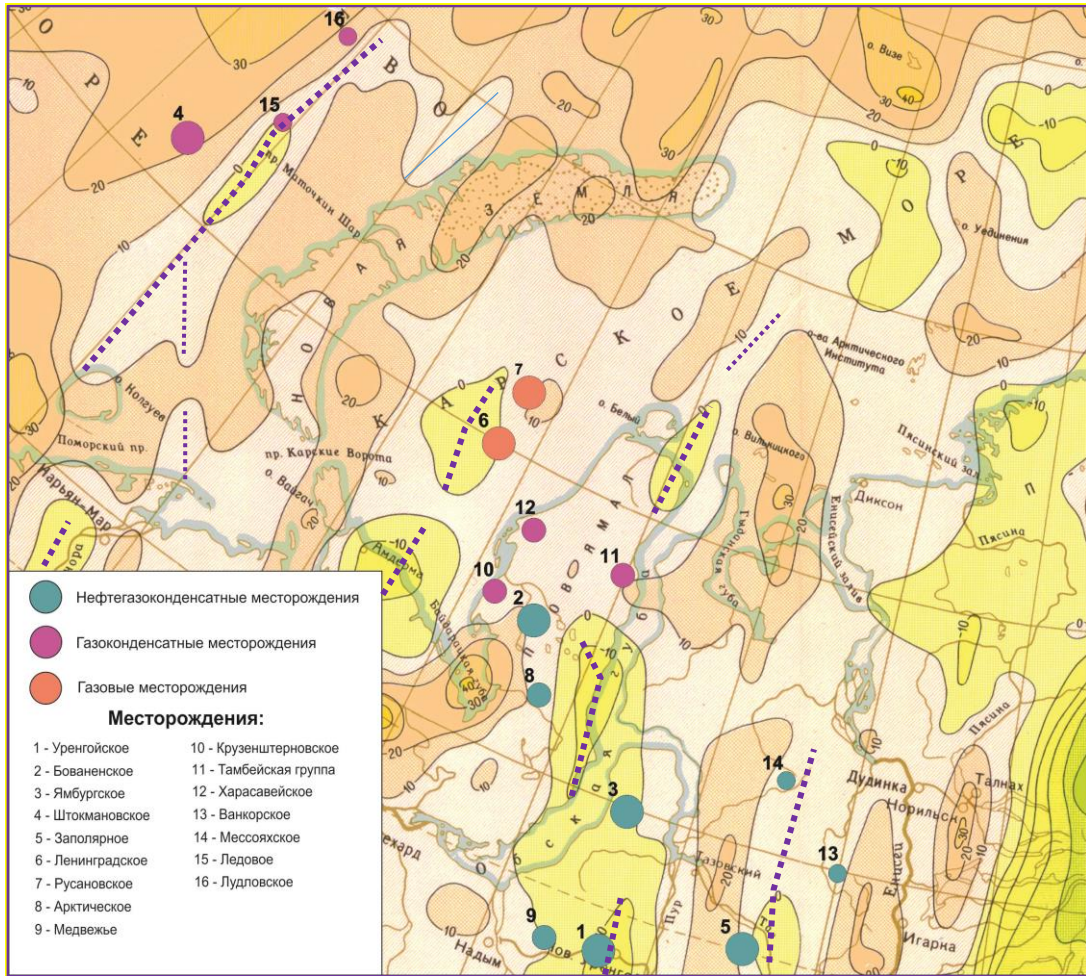


Рис. 1 Карта аномального гравитационного поля Баренцево-Карского региона
Редукция Буге. Изолинии в мГал

Выявлены следующие закономерности.

Уровень гравитационного поля понижается в широтном направлении, с запада на восток, где изучаемый регион обрамляется отрицательной аномалией планетарного масштаба (Восточносибирская платформа).

На фоне регионально изменяющегося гравитационного поля прослеживаются относительно отрицательные гравитационные аномалии субмеридианального направления (рис.1). В Баренцевом море такая аномалия соответствует Штокманско-Лунинскому порогу и контролирует расположение месторождений УВ, в первую очередь самого крупного Штокмановского. В Карской части региона располагается самая масштабная и интенсивная отрицательная гравитационная аномалия, имеющая ССЗ-направление. Она контролирует локализацию трех самых крупных месторождений региона: Уренгойское, Бованенское и Ямбургское. Следующие в рейтинге месторождения Заполярное, Ленинградское и Русановское контролируются отрицательными структурами более мелкого порядка.

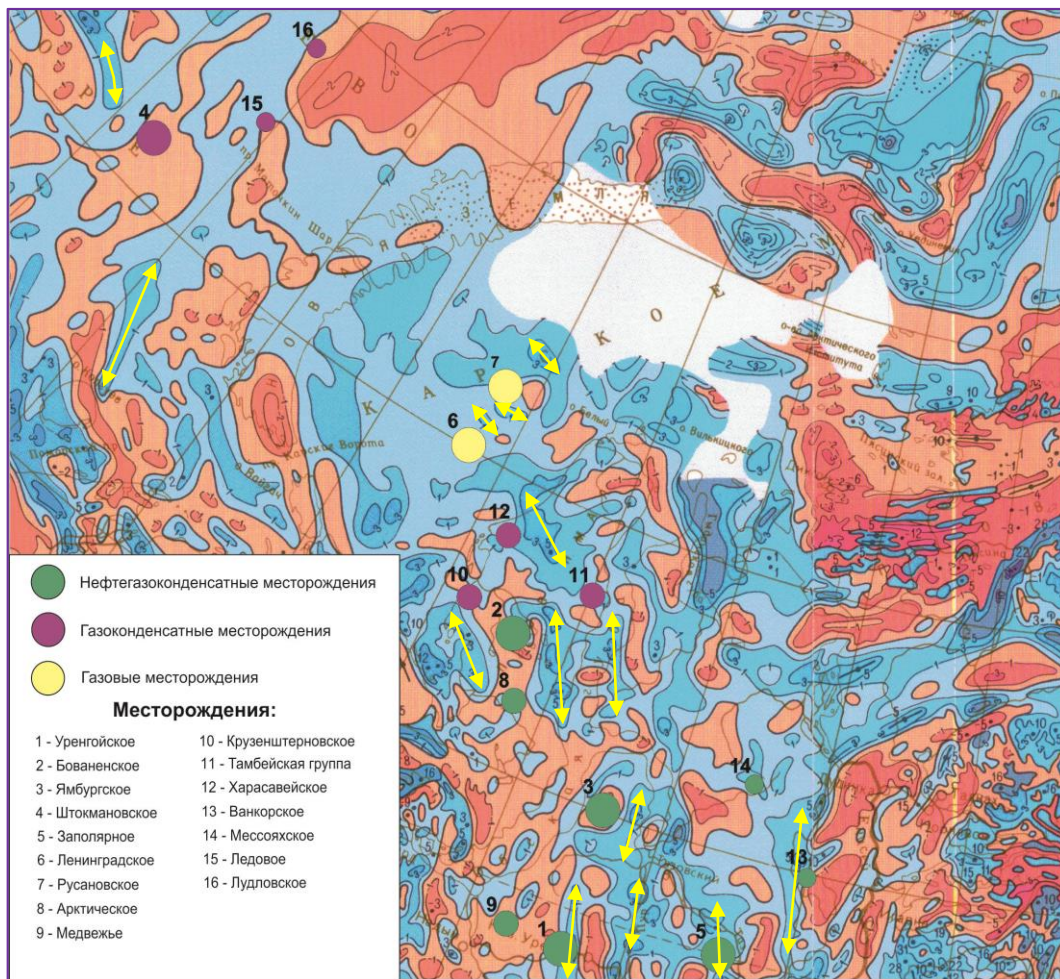


Рис. 2 Карта аномального магнитного поля Баренцево-Карского региона. Изолинии $(\Delta T)_a$ в мЭ

Магнитное поле Баренцево-Карского региона более сложное, что объясняется разнообразием петрофизики рифтогенных структур и меньшей глубиной (большей детальностью) съемки. На карту (рис.2) нанесены месторождения и оси некоторых зон положительных аномалий.

Наблюдаются следующие закономерности.

Сложность и информативность магнитного поля возрастает от Баренцевой части региона к Карской, а в последнем – в направлении континента. Месторождения Штокманово-Лудловской нефтегазоносной области (глубина морского дна больше 200м) закономерно располагаются на границе отрицательных магнитных аномалий (Штокмановское – менее интенсивной). С учетом отрицательной гравитационной аномалии (рис. 1) положение месторождений в рифтогенной структуре становится более определенно.

В Карской части региона магнитное поле весьма сложно и информативно. Классический пример – Ямбургское месторождение – локализовано в отрицательной магнитной аномалии, обрамлено положительной. Такая ситуация более характерна для нефтегазоконденсатных месторождений, например, Бованенского. В направлении Карского моря нефтегазоконденсатные месторождения сменяются газоконденсатными, а затем газовыми (Ленинградское, Русановское), при этом положение месторождения смещается в сторону положительных магнитных аномалий, а детальность и информативность магнитного поля понижается. Следует также отметить, что конкретное положение месторождения в выделенных зонах, как правило, определяется пересечением аномалиями других направлений (рис.2).

Чему соответствуют аномальные зоны в северо-восточной части рис. 1 и 2 остается пока не выясненным (направление дальнейших исследований).

Литература

1. Гаврилов В.П. Пояса нефтегазоаккумуляции Арктики, перспективы их освоения // Геология нефти и газа. – М., 2013. – № 2. – С. 12-22.
2. Ожеред Ф.А., Голов Е.С. Закономерности локализации гигантских газовых месторождений в аномальном магнитном поле Ямало-Карского региона //Творчество юных – шаг в успешное будущее: Арктика и ее освоение: материалы IX Всероссийской научной молодежной конференции с международным участием. – Томск, 2016. – Томск: Изд-во ТГУ, 2016. – С. – 256-258.

3. Шелковникова Ю.С. Геолого-геофизические особенности месторождений восточной периферии Западносибирской нефтегазоносной провинции // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXIV Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых – Томск: Изд-во ТПУ, 2020. – Т. 1. – С. 310-312.
4. Шелковникова Ю.С. Геолого-геофизические условия локализации Штокмановского газоконденсатного месторождения // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXIII Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых – Томск: Изд-во ТПУ, 2019. – Т. 1. – С. 328-329.

ВЛИЯНИЕ ДЛИНЫ ЛИНИИ НАБЛЮДЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ОБРАБОТКЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ УРСКОГО ХВОСТОХРАНИЛИЩА МЕТОДОМ МНОГОКАНАЛЬНОГО АНАЛИЗА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН

^{1,2,3}Яблоков А.В.

Научный руководитель – доцент А.С. Сердюков^{1,2,3}

¹Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, г. Новосибирск, Россия

²Институт горного дела СО РАН, г. Новосибирск, Россия

³Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

Метод многоканального анализа поверхностных волн (MASW) – широко распространенный метод сейсморазведки, использующийся для неинвазивного изучения геологического строения приповерхностной части грунтов [1]. Стандартная методика MASW включает в себя 3 этапа: регистрация данных, спектральный анализ и инверсия. При регистрации данных линия наблюдения с фиксированной длиной (L) и шагом между пунктами приема (ПВ) перемещается по профилю с интервалом наблюдений (dS), равным шагу между пунктами возбуждения (ПВ). Для каждого положения линии наблюдения осуществляется генерация и регистрация сейсмических волн. В процессе спектрального анализа записанные сейсмограммы трансформируются в область зависимости фазовой скорости от частоты (V - f), где пикируются и извлекаются дисперсионные кривые. На заключительном этапе каждая дисперсионная кривая обращается в 1D скоростную модель, которая соотносится с серединой точкой линии наблюдения и путем пространственной интерполяции строится 2D скоростной разрез.

На латеральное разрешение 2D модели в основном влияют два параметра: L и dS . Первый определяет нижний теоретический предел латерального размера неоднородности, которая может быть восстановлена без искажений вдоль пространственной координаты. На практике предел больше, т.к. на латеральную разрешенность также влияет точность восстановленных 1D скоростных моделей. Частое dS улучшает латеральное разрешение за счёт избыточности измерений и повышения репрезентативности набора 1D моделей [2]. С другой стороны, уменьшение L ведет к размыванию V - f спектра, в следствие чего пикирование дисперсионной кривой осложняется из-за слияния интерферирующих соседних мод поверхностной волны и усиления влияния шума регулярных и случайных помех.

Наиболее распространенными подходами спектрального анализа является метод фазового сдвига и эквивалентное ему FK-преобразование [3]. Авторами настоящего исследования был разработан новый алгоритм спектрального анализа поверхностных волн (SFK-преобразование), основанный на применении S-преобразования и фильтрации сейсмограмм во временно-частотной области. Алгоритм позволяет автоматически извлекать точные дисперсионные кривые при наличии регулярных и случайных помех [4, 5].

Рассмотрим пример обработки сейсмических данных методом MASW. Объектом изучения являются сульфидный отвал, расположенный в п. Урск, Кемеровской области. Урской отвал образован в 1930-е годы в результате цинирования колчеданного Ново-Урского месторождения. Сейсмический профиль длиной 90 м проходил вдоль вершины отвала. Генерация сейсмических волн производилась ударами кувалды (весом около 5 кг) по металлической подложке. Для регистрации волнового поля использовались 10-герцовые вертикальные геофоны. Шаг между ПП составлял 1 м. Длина записи 1 с, шаг дискретизации 1 мс. Рассмотрим влияние L на результат извлечения дисперсионной кривой с использованием стандартного FK-преобразования и разработанного SFK-преобразования. На рис. 1 изображены сейсмограммы при различной L (90 м, 30 м и 15 м) и их спектральные образы в V - f пространстве, полученные стандартным FK-преобразованием и разработанным SFK-преобразованием. Черными звёздами нанесены автоматически пропикированные спектральные максимумы.

При $L = 90$ м на V - f спектре, полученном при помощи разработанного SFK-преобразования, идентифицируются фундаментальная и первая высшая мода в диапазоне от 8 Гц до 80 Гц. Автоматически пропикированные спектральные максимумы формируют реалистичную и гладкую фундаментальную моду фазовой скорости поверхностной волны. Этот факт свидетельствует об эффективности предлагаемого подхода, т.к. теоретические дисперсионные кривые в горизонтально-слоистых средах гладкие. FK-преобразование не обеспечивает приемлемого уровня фильтрации путем только разложения на плоские волны и формирует зашумленное спектральное изображение. В данном случае автоматически пропикированные спектральные максимумы формируют искажённую помехами дисперсионную кривую в диапазоне от 10 Гц до 28 Гц. Также на спектрах наблюдается попеременное перераспределение энергии между фундаментальной, первой и второй модами. При уменьшении L (рассмотрены значения 30 м и 15 м) спектральные изображения размываются в следствие преобладания в данных мод более высокого порядка, наличия регулярных и случайных помех. Однако, даже при $L = 15$ м разработанный алгоритм позволяет извлекать более гладкую и реалистичную дисперсионную кривую в протяженном диапазоне частот (8-80 Гц). При использовании стандартного FK-преобразования уменьшается рабочий диапазон частот и искажается целевая фундаментальная мода.

Продемонстрируем важность точности спектрального анализа и проведем инверсию извлеченных дисперсионных кривых методом GWO с целью восстановления 1D скоростных моделей. Инверсионный алгоритм

СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

GWO является подходом глобальной оптимизации и позволяет восстанавливать отдельные параметры скоростной модели, а именно значения скорости S-волны (V_S) и мощностей слоев (h) [6]. Результаты инверсии дисперсионных кривых, извлеченных при различной L показаны на рис. 2 красной пунктирной линией для кривой фазовой скорости, полученной при помощи SFK-преобразования и синей пунктирной линией для кривой фазовой скорости, полученной при помощи FK-преобразования.

Для данного профиля также была выполнена обработка волн первых вступлений методами GRM и сейсмотомографии. Методом GRM была определена горизонтально-слоистая модель с тремя слоями со средней глубиной первой границы около 2.5 м и второй границы около 10 м. Сейсмотомографический разрез представляет собой гладкую модель скорости Р-волны с изменением скорости от 250 м/с под дневной поверхностью до 2000 м/с на глубине 15 м. Ожидаем восстановления трехслойной модели с сохранением значений V_S и h при уменьшении L .

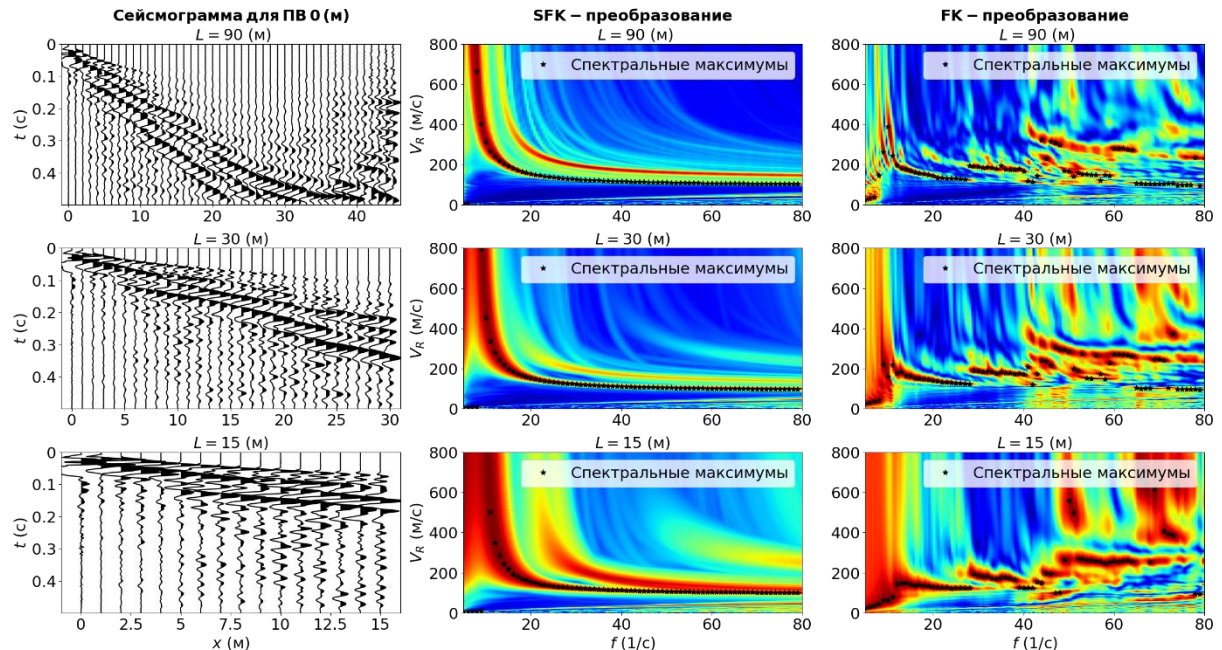


Рис. 1 Спектральные изображения в V - f пространстве, рассчитанные SFK- и FK-преобразованием при различной длине приемной линии (90 м, 30 м и 15 м)

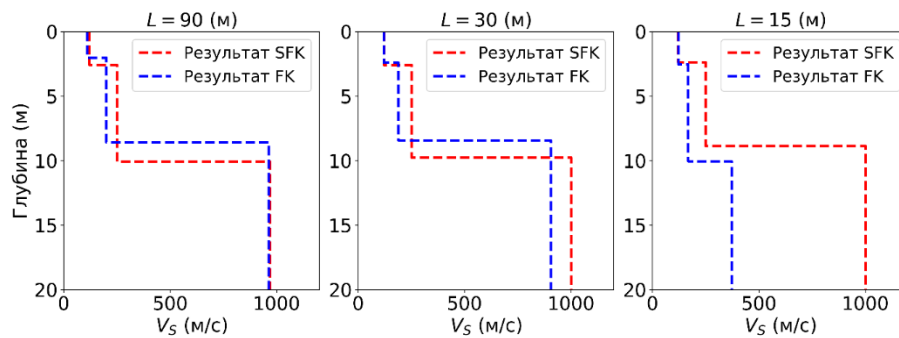


Рис. 2 Восстановленные 1D скоростные модели путем обращения извлеченных дисперсионных с помощью FK- и SFK-преобразований при различной длине приемной линии (90 м, 30 м и 15 м)

Отметим, что при обращении более протяженной и гладкой дисперсионной кривой скоростная модель имеет близкие значения восстановленных параметров при изменении L . Результат обращения искаженной дисперсионной кривой предоставляет более вариативную скоростную модель при изменении L . Не повторяемость результатов инверсии свидетельствует о низкой точности извлечения фазовых скоростей. Таким образом, стандартная методика спектрального анализа не может обеспечить устойчивость извлечения дисперсионных кривых при изменении длины линии наблюдения. Постоянство восстановленных скоростных моделей при использовании SFK-преобразования свидетельствует об эффективности разработанного подхода спектрального преобразования, который позволяет извлекать точную дисперсионную кривую в протяженном диапазоне частот для коротких баз наблюдения.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-35-90055.

Литература

1. Foti S. et al. Surface wave methods for near - surface site characterization. – CRC press, 2014.

2. Park C.B. MASW horizontal resolution in 2D shear-velocity (V_s) mapping // Open-File Report, Lawrence: Kansas Geologic Survey. – 2005.
3. Shen C. et al. Resolution equivalence of dispersion-imaging methods for noise-free high-frequency surface-wave data // Journal of Applied Geophysics. – 2015. – Т. 122. – С. 167-171.
4. Serdyukov A.S. et al. Slant f-k transform of multichannel seismic surface wave data // Geophysics. – 2019. – Т. 84. – №. 1. – С. A19-A24.
5. Яблоков А.В., Сердюков А.С. Метод автоматизированного извлечения дисперсионных кривых на основе временно-частотного распределения сейсмических данных // Геофизические технологии. – 2018. – №. 3. – С. 48-58.
6. Song X. et al. Grey wolf optimizer for parameter estimation in surface waves // Soil Dynamics and Earthquake Engineering. – 2015. – Т. 75. – С.147 - 157.

ВОЛНОВЫЕ ПОЛЯ ГЛУБИННЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ ЗОНДИРОВАНИЙ НА АКВАТОРИЯХ: НАТУРНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Яварова Т.М.

Научный руководитель - профессор С.Н. Кашубин

*Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского,
г. Санкт-Петербург, Россия*

Использование автономных донных сейсмических станций с многокомпонентной регистрацией волнового поля при морских глубинных сейсмических зондированиях значительно повысило информативность исследований, благодаря использованию волн разных типов (продольных, поперечных, обменных) и классов (преломленных/рефрагированных, отраженных, кратных, частичнократных), наблюдаемых на вертикальных и горизонтальных компонентах волнового поля [1].

При морских работах методом глубинных сейсмических зондированиях необходимо учитывать ряд особенностей волновых полей, обусловленных наличием водного слоя и геологическим строением среды. В воде генерируются волны только продольной поляризации, таким образом, все волны непродольного типа, регистрируемые донной станцией, являются обменными. На сейсмической записи формируется сложная волновая картина с интерференцией волн различного типа.

Для изучения особенностей волновых полей поперечных и обменных волн, зарегистрированных на акваториях, было выполнено математическое полноволновое моделирование с использованием программы Tesseral 2D [3, 4, 5]. Рассмотрен ряд горизонтально-слоистых моделей земной коры и верхней мантии [2].

Главной задачей при моделировании является выделение наиболее динамически выраженных поперечных и обменных волн, определение основных границ обмена в земной коре и оценка возможности регистрации волн, претерпевших несколько актов обмена.

При сопоставлении волновых полей синтетических сейсмограмм с сейсмическими записями донных станций возникают несоответствия, которые могут быть связаны: 1) с изменением скоростей продольных и поперечных волн в слоях по латерали; 2) с влиянием рельефа границ на кривизну годографов зарегистрированных волн (например, граница осадочного чехла и фундамента); 3) с низким соотношением сигнал/шум и наличием случайных помех, затрудняющих прослеживание целевых волн.

На рисунке в качестве примера сопоставлена сейсмическая запись X-компоненты по профилю 2-ДВ-М в Охотском море (автономная донная сейсмическая станция 307) с синтетической сейсмограммой, полученной в результате математического моделирования (в редукции 4.6 км/с). Сейсмическая запись X-компоненты по профилю 2-ДВ-М подвергалась процедурам специализированной обработки, направленной на подчеркивание поперечных волн (поле продольных и обменных волн вычтено из общего волнового поля). Глубинная скоростная модель для математического моделирования задана в соответствии с глубинным скоростным разрезом, полученным при решении прямой задачи путем лучевого моделирования (в программе SeisWide) [6]. Учитывались латеральные изменения скоростей продольных и поперечных волн в слоях и рельеф границ скоростного разреза.

При наложении синтетической сейсмограммы на сейсмическую запись по профилю 2-ДВ-М прослеживаются одни и те же по кинематике поперечные волны от основных границ в земной коре: $P^{01}Sg$ – рефрагированные волны от поверхности верхней части консолидированной коры, $P^{01}Sc$ – рефрагированные волны от границы внутри коры, $P^{01}SLs$ – отраженные волны от поверхности нижней коры, $P^{01}SMs$ – отраженные волны от границы Мохо. Различия в динамике волн на этих сейсмограммах обусловлены отсутствием шумов и помех на синтетической сейсмограмме, возникающих обычно при полевых работах.

В целом, полноволновое моделирование волновых полей глубинных сейсмических зондированиях позволяет повысить достоверность построенной скоростной модели, получить новую дополнительную информацию о свойствах геологической среды.

СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

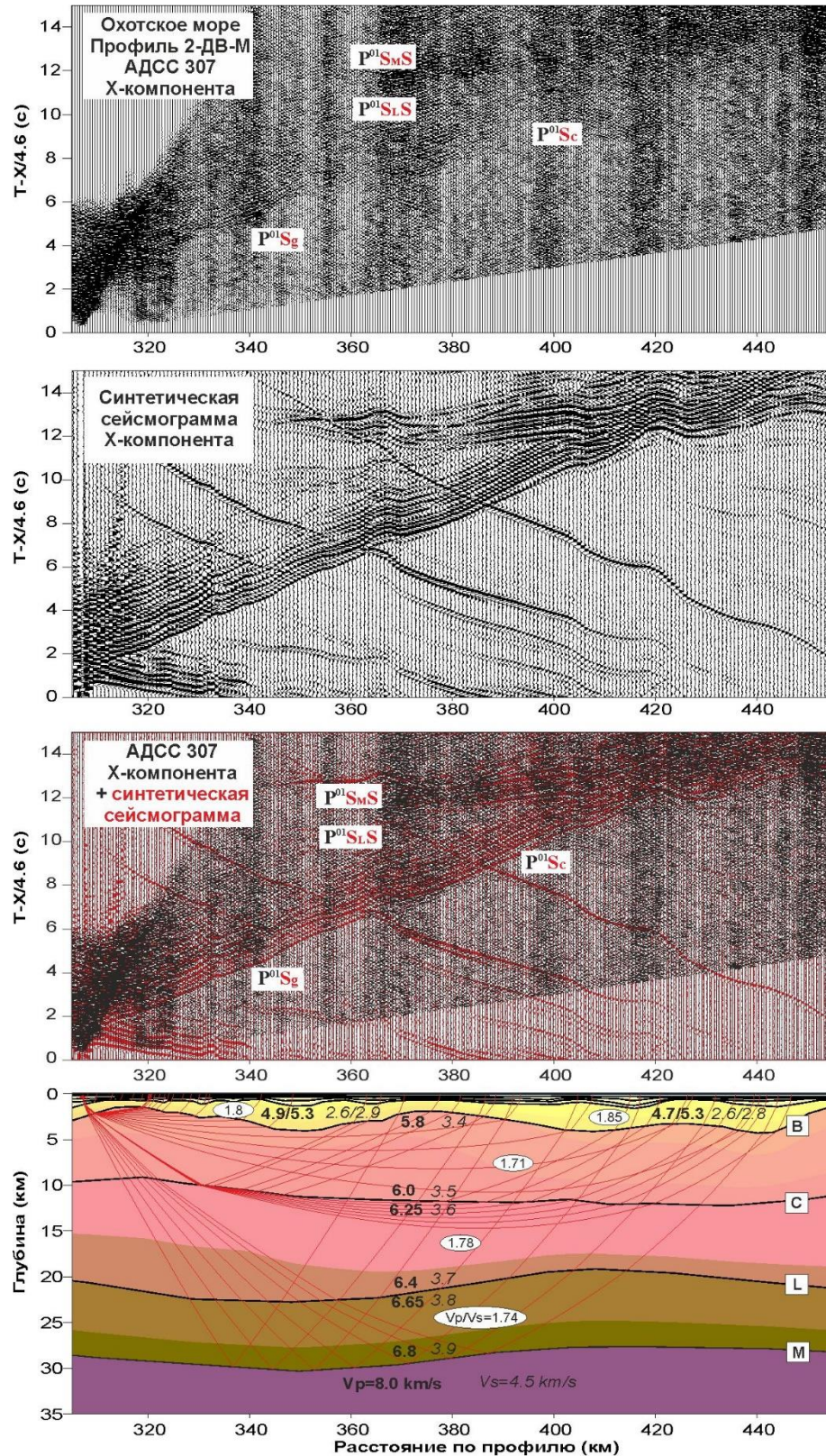


Рис. Сопоставление поля поперечных волн, зарегистрированных в Охотском море на профиле 2-ДВ-М (автономная донная сейсмическая станция 307), с волновым полем синтетической сейсмограммы. Индексы волн: $P^{01}S_g$ – рефрагированные волны от поверхности верхней части консолидированной коры, $P^{01}S_c$ – рефрагированные волны от границы внутри коры, $P^{01}S_L S$ – отраженные волны от поверхности нижней коры, $P^{01}S_M S$ – отраженные волны от границы Мохо

Литература

1. Поперечные и обменные волны при глубинных сейсмических исследованиях на акваториях [Текст]: Труды Всероссийского научно-исследовательского института им. А. П. Карпинского (Новая серия. Т. 360) / под ред. С. Н. Кашубина, О. В. Петрова. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2019. – 155 с.
2. Типы земной коры Циркумполярной Арктики [Текст] / С. Н. Кашубин, Н. И. Павленкова, О. В. Петров, Е. Д. Мильштейн, С. П. Шокальский, Ю. М. Эринчек // Региональная геология и металлогения. – 2013. – № 55. – С. 5-20.
3. Яварова, Т. М. Возможности использования конечно-разностного полноволнового моделирования в программе Tesseral 2D для анализа волновых полей многокомпонентных наблюдений ГСЗ на акваториях [Текст] / Т. М. Яварова // Новое в геологии и геофизике Арктики, Антарктики и Мирового океана: материалы IV Всероссийской конференции молодых ученых и специалистов. – СПб., 2014. – С. 32-34.
4. Kelly, K. R. Synthetic seismograms: A finite-difference approach [Текст] / K. R. Kelly, R. W. Ward, S. Treitel, R. M Alford // Geophysics. – 1976. – № 41. – P. 2-27.
5. Kostyukevich, A. S. The full-wave images of the models of the deep lithosphere structures constructed according to DSS and CDP data interpretation [Текст] / A. S. Kostyukevich, V. I. Starostenko, R. A. Stephenson // Geophysical Journal. – 2000. – V. 22. – № 4. – P. 96-98.
6. Zelt, C.A. Seismic travelttime inversion for 2-D crustal velocity structure [Текст] / C. A. Zelt, R. B. Smith // Geophysical Journal. – 1992. – V. 108. – P. 16-34.

С Е К Ц И Я 6

ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ

ИЗМЕНЕНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГЛИН ПРИ ТЕХНОГЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Анюхина А.В.

Научный руководитель - профессор В.В. Середин

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь, Россия

В настоящее время, глобальной проблемой является загрязнение подземных вод промышленными стоками. Для минимизации и предотвращения этого процесса проводят комплексы мероприятий по очистке вод. Перспективными сорбентами для очистки сточных вод от загрязнений, в том числе от тяжелых металлов, являются глинистые природные минералы [2,3,8,9]. Благодаря сложному составу, глины обладают катионным (ионным) обменом, химической и физической сорбции, легко подвергаются различным техногенным преобразованиям. Глинистые минералы используются в различных отраслях промышленности [11].

Существует большое количество работ, описывающих методы обработки глинистых грунтов для изменения их сорбционных свойств [1,5]. Одной из наиболее эффективных обработок является термообработка. Процесс термообработки глинистых минералов вплоть до 300° сопровождается значительным повышением сорбционной активности исследуемых глин без изменения структуры, удаляя с поверхности частицы слой связанной воды [5]. Термообработка свыше 500° необратимо меняет структуру глин [11,12].

При насыщении глинистых минералов катионными растворами солей катионы металлов вступают в быстрые реакции обмена с глинистыми минералами, что приводит к изменению поверхностных свойств минералов и, как следствие, изменению их способности сорбировать воду [4]. Обработка глинистых минералов катионными растворами приводит к водоудерживающей способности, тем самым уменьшая показатели сорбции. Содержание связанной воды в глинах во многом определяется площадью активной поверхности глинистых частиц, которая во многом зависит от дефектности структуры, но достоверной информации недостаточно [8,9].

Целью работы является исследование закономерностей изменения сорбционных свойств глин, подверженных техногенной нагрузке.

Объектами исследований стали – Лобановская монтмориллонитовая (ЛМ), Челябинская каолиновая (ЧК), Курганская бентонитовая (КБ) глины.

Подготовка образцов происходила поэтапно. Навески грунта подвергались отжигу при температурах $t_1=200^\circ\text{C}$, $t_2=400^\circ\text{C}$, $t_3=600^\circ\text{C}$ и $t_4=800^\circ\text{C}$ в высокотемпературной муфельной печи на протяжении 2 часов. Затем образцы размещались в бюксах и выдерживались в эксикаторе с силикагелем с относительной влажностью воздуха в комнате $\varphi=30\%$ на протяжении 7 суток. Всего подготовлено 12 серий образцов.

Часть образцов насыщалась в 1н. растворах солей с KCl , CaCl_2 и FeCl_3 на протяжении 3 суток, после интенсивного взбалтывания в течение 3 часов. После чего отфильтровывались и хранились 7 суток в эксикаторе с силикагелем. Затем, образцы титровались красителем метиленовый голубой, для определения показателя сорбции. Для наглядного представления разницы результатов проведен эксперимент с образцами глин без отжига.

Результаты исследования:

1. Влияние температур на сорбционную способность глин.

По результатам эксперимента составлена таблица показателей сорбции от термообработки (табл.).

Таблица

Влияние температуры на адсорбцию по красителю метиленовый голубой

Показатель сорбции, А, мг/г					
Вид глины	Исходный образец (без отжига)	200°	400°	600°	800°
Каолин	78	89	59	8	0
Монтмориллонит	115	133	93	11	0
Бентонит	156	195	131	13	0

Исходя из таблицы, максимальные показатели сорбции для температурного пика в 200°С, которые обусловлены удалением слоя связанной воды, тем самым освобождая поверхность частиц и увеличивая площадь активных поверхностей доступных для катионов красителя метиленовый голубой. При температуре отжига в 200°С существенных изменений в структуре глин не наблюдается, то есть процессы считаются обратимыми. После увеличения температуры с 400° С и выше, глины постепенно теряют сорбционные свойства за счет спекания и преобразования структуры глин, тем самым уменьшая показатели сорбции. При обработке в 800°С образцы глин полностью теряют адсорбционные свойства, тем самым уменьшая показатели сорбции.

В результате эксперимента установлено, что показатель сорбции зависит от кристаллического строения глин и образцы, которые имеют одну тетраэдрическую и одну октаэдрическую решетку обладают меньшей сорбционной

способностью, так как площадь активной поверхности меньше. Поэтому закономерность увеличения показателя сорбции глин следующая: каолин→монтмориллонит→бентонит.

2. Влияние катионных растворов на сорбционную способность глин.

По результатам эксперимента, построены графики влияния термообработки на показатель сорбции с насыщением катионными растворами (рис.1).

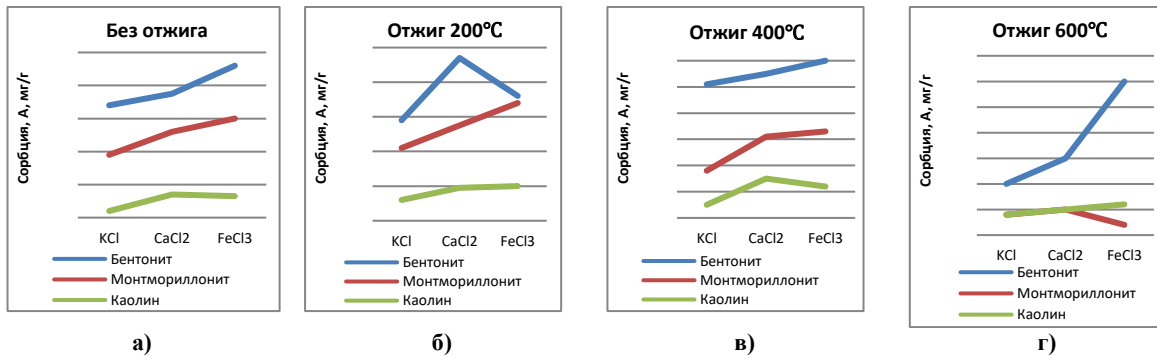


Рис. График изменения показателя сорбции а) не отожженных глин; б) глин с отжигом в 200°; в) глин с отжигом в 400°; г) глин с отжигом в 600° от увеличения валентности катионного раствора

Анализ полученных данных показал, что при насыщении термообработанных глин катионными растворами происходит уменьшение сорбционной активности глин по сравнению с исходными термообработанными глинами, за счет замещения катионов в структуре глинистых минералов. Следует отметить, что показатели сорбции для бентонитовой глины, при насыщении соляным раствором хлорида железа (FeCl₃) и отжиге 200° меньше, чем при насыщении раствором хлорида кальция (CaCl₂) и отжиге 600°. Это связано с большей интенсивностью изоморфного замещения в кристаллической решетке Al³⁺ на Ca²⁺, чем Fe³⁺ [6,7]. Исходя из перечисленного, комплексное влияние термообработки и химической обработки изменяет структуру, свойства и состояние глин, при сравнении результатов с исходными глинами (рис 1).

Выводы:

- По результатам проведенного опыта установлено, что показатель сорбции глин увеличивается с ростом валентности катионного раствора.
- Каолиновая глина имеет наименьшие показатели сорбции, а бентонит наименьшие, монтмориллонит имеет промежуточные результаты
- Установлено, что показатель сорбции увеличивается с обработкой низкими температурами до 300°, а при обработке выше 400° падает, что связано со спеканием глинистых частиц.
- Доказано, что влияние термообработки на формирование сорбционных свойств глин в несколько раз больше химической.

Работа выполнена в рамках реализации лучших проектов фундаментальных научных исследований, выполняемыми молодыми учеными, обучающимися в аспирантуре («Аспиранты»). Работа поддержана грантом РФФИ в рамках научного проекта № 20-35-90027.

Литература

1. Анохина А.В., Федоров М.В. Изменение содержания воды в глинах при высоких давлениях // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. Пермь. – 2017. – С. 100-101.
2. Изменение физико-химических свойств глин, подверженных давлению / В.В. Середин, О.С. Ситева, К.А. Алванян, А.В. Андрианов // Недропользование. – 2020. – Т. 20. – № 4. – С. 304-316.
3. Лебедев А.Ф. Почвенные и грунтовые воды. М.-Л.: Сельхозгиз, 1930.-278 с.
4. Манучаров А.С., Черноморченко Н.И., Карпачевский Л.О., Зубкова Т.А. Влияние обменных катионов на гидросорбционные свойства минералов // Почвоведение. – 2004. - №9. –С. 1126-1133.
5. Медведева Н.А., Ситева О.С., Середин В.В. Сорбционная способность глин подверженных сжатию. Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2018. – Т.18, №2. – С.118–128.
6. Осипов В.И., Соколов В.Н., Румянцева Н.А. Микроструктура глинистых пород. – М.: Недра, 1989. – 211 с.
7. Середин В.В., Медведева Н.А., Анохина А.В. Оценка форм связанной воды в глинах. // Инженерная геология. Т. 18, № 4-5/2018, с 52-61.
8. Середин В.В., Растегаев А.В., Медведева Н.А., Паршина Т.Ю. Влияние давления на площадь активной поверхности частиц глинистых грунтов // Инженерная геология. - 2017. – № 3. – С. 18-27.
9. Термохимические характеристики глинистых минералов и слюд / М. Д. Маслова, С. Л. Белопухов, Е. С. Тимохина, Т. В. Шнее, Е. Э. Нефедьева, И. Г. Шайхиев // Вестник Казанского Технологического Университета. – 2014. – Т.17. – №21. – С. 121-127.
10. Sruthi P.L., Reddy P.H.P. Swelling and mineralogical characteristics of alkali-transformed kaolinitic clays // Applied Clay Science. – 2019. – Vol. 183, p.105353. DOI: 10.1016/j.clay.2019.105353
11. Synthesis and characterization of zeolite LTA by hydrothermal transformation OF A natural Algerian palygorskite / Y. L. Dali, L.S. Belaroui, A. López-Galindo, C. Verdugo-Escamilla // Applied Clay Science. – 2020. – Vol. 193, 105690. DOI: 10.1016/j.clay.2020.105690.

**ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД, ИСПОЛЬЗУЮЩИХСЯ ДЛЯ
ВОДОСНАБЖЕНИЯ С. ВАНАВАРА (КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ)**

Ващенко Е.В.^{1,2}, Зубрицкий П.А.²

Научный руководитель - профессор Е.М. Дутова²

¹ООО «ТЦ «Эвенкиягеомониторинг», г. Красноярск, Россия

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Целью работы является характеристика формирования и причины изменения геохимического состава подземных вод нижнетриасового туфогенно-осадочного водоносного комплекса, используемого для хозяйственно-питьевого водоснабжения с. Ванавара. Актуальность работы заключается в том, что подземные воды здесь не всегда кондиционного качества и по ряду компонентов не соответствуют гигиеническим нормативам и требованиям.

По гидрогеологическому районированию [4] территория села входит в состав Тунгусского артезианского бассейна, который отличается сложным строением осадочного чехла, развитием соленосных отложений нижнего и среднего кембрия, трапповым магматизмом, интенсивной тектоникой. В целом, в строении Тунгусского артезианского бассейна выделяются два гидрогеологических этажа. Верхний этаж представлен водоносными комплексами и горизонтами верхнего палеозоя и триаса, находящимися в условиях свободного (активного) водообмена. Нижний этаж представлен водоносными комплексами от рифея до среднего палеозоя. Территория села Ванавара входит в южную зону редкоостровного распространения многолетнемерзлых пород и характеризуется их редким присутствием в речных долинах при установленной мощности 10-20 м.

По материалам поисково-оценочных работ на Ванаварском месторождения подземных вод [3] выделено несколько водоносных горизонтов и комплексов: относительно водоносный четвертичный и водоносный нижнетриасовый туфогенно-осадочный комплексы. Большая часть потребности в питьевой и технической воде покрывается за счет использования подземных вод отложений корвунчанской свиты нижнего триаса. Водоносный нижнетриасовый туфогенно-осадочный (корвунчанская свита) комплекс развит по всей площади села, является единственным перспективным комплексом для организации хозяйственно-питьевого водоснабжения. Водовмещающими породами являются трещиноватые туфы, туффиты, туфоалевролиты, туфопесчаники, иногда отмечаются прослойки туфобрекчий. С поверхности водоносный горизонт перекрыт маломощным чехлом элювиально-делювиальных образований, а в долинах – аллювиальными отложениями. Мощность горизонта зависит от глубины развития зоны трещиноватости пород.

Подземный сток направлен преимущественно к рекам Ванаварка и Подкаменная Тунгуска, являющиеся основными дренами. Максимальные колебания амплитуды уровней подземных вод приурочены к участкам, расположенным вблизи реки Подкаменная Тунгуска [6]. Главную роль в формировании запасов подземных вод играют атмосферные осадки и, возможно, за счет подтока из более глубоких горизонтов по тектоническим зонам. На большей части территории нижнетриасовый комплекс залегает первым от поверхности и не выдержан по площади, в связи с этим, поступление загрязненных вод в водоносный комплекс конвективным путем не исключается. Подземные воды отнесены к группе условно защищенных от поверхностного воздействия.

Собраны и сопоставлены результаты химических анализов подземных вод эксплуатируемого водоносного горизонта в различных промежутках времени [3,4]. За период с 1984 г. по 2007 г. изменения геохимического состава не выявлено. Воды пресные, гидрокарбонатные и хлоридно-гидрокарбонатные, реже гидрокарбонатно-хлоридные (рис.). По катионному составу натриево-кальциевые и натриевые. Воды от слабо кислых до слабо щелочных (рН 6,8-7,5), мягкие и умеренно жесткие (общая жесткость 0,4-5,9⁰Ж), пресные с минерализацией от 129 до 469 мг/дм³. Известно, что ниже минерализация воды, тем выше интенсивность водообмена [5]. В меженный период химический состав подземных вод практически не меняется. Некоторая закономерность прослеживается в изменении гидрохимических показателей по площади: чем ближе к водотоку, тем выше значения общей жесткости, и больше содержания хлоридов. По скважине расположенной в 88 м от р. Подкаменная Тунгуска, фиксируются хлоридные умеренно-жесткие воды со значениями общей жесткости 5,9⁰Ж. В северной части села воды гидрокарбонатные, а на участке, прилегающем к ручью Кипельый содержание хлоридов достигает 65% при абсолютных концентрациях 30,1-103,7 мг/дм³. Тип воды здесь меняется от хлоридно-гидрокарбонатного до гидрокарбонатно-хлоридного.

Неблагоприятной чертой геохимического состава подземных вод является повышенное содержание общего железа, концентрации железа достигают повышенных концентраций по большинству скважин. Каких-либо закономерностей распределения железа в подземных водах не отмечено. Наибольшие концентрации до 1,94-2,94 мг/дм³, при нормативных значениях 0,3 мг/дм³ [7]. Содержание железа находится в пределах от <1ПДК до 2-3ПДК. Присутствие в водах железа обусловлено спецификой миграции элемента в ландшафтах территории. Распределение железа в природных водах на фоновом уровне контролируется общим содержанием его в породах, степенью его окисленности в твердой фазе и интенсивностью водообмена [2]. В подземных водах рассматриваемых водоносного горизонта отмечается и марганец в количествах от 0,11 до 0,3 мг/дм³ при нормативе 0,1 мг/дм³ [7].

Работами по составлению геоэкологической карты южной части Эвенкии [2] установлено, что характерной чертой Тунгусско-Тэтэрской провинции, в пределах которой расположено село Ванавара, является высокое фоновое содержание марганца, алюминия, железа, ванадия, меди и молибдена. Причем в области развития вулканогенных пород бассейна Подкаменной Тунгуски фоновое значение марганца и алюминия выше, чем в области развития терригенных или карбонатно-терригенных пород.

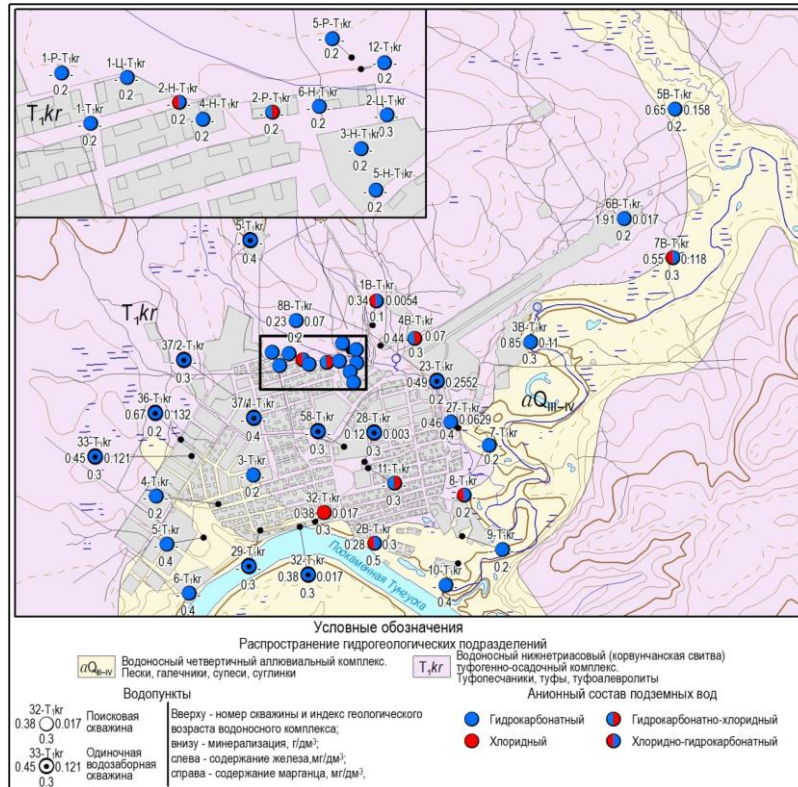


Рис. 1. Гидрогеоэкологическая карта с. Ванавара

Формирование повышенных фоновых концентраций микрокомпонентов обеспечивается материалом кор выветривания долеритов и вулканогенных пород и широким распространением в аллювии и делювии минералов свободного глинозема, то есть указанные выше элементы являются типичными для территории. Таким образом, можно сделать вывод, что ионный состав эксплуатируемого водоносного горизонта села Ванавара стабилен во времени и незначительно меняется по площади, характерны повышенные природные фоновые концентрации железа и марганца, кроме того водоносный горизонт подвержен потенциальному антропогенному загрязнению. Учитывая, что повышенные содержания отмечаются эпизодически, можно предположить возможность снижения концентраций за счет их разбавления.

Литература

1. Геологическая карта СССР масштаба 1:200 000 Тунгусская серия Р-48-XXXI [Карты] / сост. В.Н. Котков, В.А. Бармин, Р.М. Завацкая, В.М. Глушков и др. М.: «ВСЕГЕИ», 1986.
2. Дмитриева Н.К. Составление геоэкологической карты южной части Эвенкии [Текст] / Н.К. Дмитриева, А.Л. Башаркевич. – Москва : 2004. – 415 с.
3. Кадамцева Т.Н., Просеков А.М. Поисково-оценочные работы по выявлению перспективных участков пресных подземных вод как источника питьевого водоснабжения п. Ванавара Эвенкийского АО [Текст] / Т.Н. Кадамцева, А.М. Просеков. – Красноярск-Москва : 2007. – 326 с.
4. Карта гидрогеологического районирования территории Российской Федерации масштаба 1:2 500 000 [Карты] / сост. Барон В.А., Челидзе Ю.Б. и др. – М.: «ВСЕГИНГЕО», 2016.
5. Кирюхин В.А. Гидрогеохимия [Текст] / В.А. Кирюхин, А.И. Коротков, С.Л. Шварцев. – М.: Недра, 1993. – 384 с.
6. Рыбцов В.В. Отчет о предварительной разведке подземных вод для водоснабжения п. Ванавара [Текст] / В.В. Рыбцов. – Минино : 1984. – 313 с.
7. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [Текст]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/573500115>.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИРОДНЫХ ВОД ТЕРРИТОРИИ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ТОМЬ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

Владимирова О.Н.

Научные руководители: профессор О. Г. Савичев, доцент Е. Ю. Пасечник

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Потребность населения в развитии и освоения новых территорий приводит к изменению естественных природных условий. Для урбанизированных территорий характерно изменение всех компонентов, в том числе и гидросферы. Территория исследования расположена в нижнем течении р. Томь, вблизи г. Томска, на правом и левом

СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ

берегах. Рельеф территории равнинный, представлен поймой и несколькими террасами р. Томи, сложенными проницаемыми неоген-четвертичными песчаноглинистыми образованиями. Пониженные места рельефа сложены маломощными слабопроницаемыми суглинками. Ниже суглинков залегают песчаные и гравийно-галечниковые отложения с прослоями глин и суглинков. В гидрогеологическом плане территория приурочена к Западно-Сибирской плите, в пределах которой расположены гидрогеологические структуры I порядка – Западно-Сибирский артезианский бассейн (ЗСАБ) и Алтае-Саянская гидрогеологическая складчатая область (АСГСО). Гидрогеологическое строение очень приближённо можно представить в виде сочетания водоносных отложений возрастов (сверху вниз): 1) в левобережье Томи – неоген-четвертичного и палеогенового (ниже палеогенового комплекса залегают меловой, характеризующийся заметно большим содержанием в подземных водах растворенных солей; у Томи к поверхности выходят образования палеозоя, в водосборе р. Лебяжьей более существенно распространение водоносных отложений неогена); 2) в правобережье Томи – четвертичного, палеогенового, мелового и палеозойского отложений [1].

Цель работы: изучить геохимические особенности природных вод территории нижнего течения реки Томи. Объектами исследования являются различные типы вод: подземные (четвертичный, палеогеновый водоносный горизонт), речные (Большая Киргизка, Ушайка, Басандайка, Кисловка, Порос, Лебяжья) воды и атмосферные осадки. Данные получены в полевых и лабораторных исследованиях сотрудниками отделения геологии ИШПР ТПУ, в том числе при участии автора. Подробные данные содержания макро- и микроэлементов в подземных водах опубликованы в работах [2,3].

Показатели большинства микроэлементов не превышают нормативов качества, установленных в Российской Федерации. Но, по показателю аддитивного воздействия ($\Sigma C_{1-2}/ПДК$) [2] на некоторых участках исследуемой территории больше единицы, поскольку для района исследования характерны высокие фоновые концентрации Fe и Mn (взаимодействие воды и горной породы, рудопроявления). Реже встречаются компоненты антропогенного фактора, связанное с поступлением нитратов с удобрениями. Рост минерализации увеличивается с глубиной подземных вод, в связи с замедлением водообмена.

Для четвертичного водоносного горизонта среднее значение минерализации в среднем от 224–461 мг/л, значения pH составляет 7,3–8,2 являются слабощелочными. Артезианские воды палеогеновых отложений являются в основном пресные, реже солоноватые с общей минерализацией от 535–573 мг/л, в среднем, преимущественно слабощелочные (pH 6,8-8,2), HCO_3 -Ca-Mg состава. Подземные палеогеновые воды используются для водоснабжения г. Томска. Для этих вод также характерны высокие фоновые содержания Fe, Mn, неудовлетворяющие нормам СанПиН 1.2.3685–21. Воды проходят соответствующую водоподготовку по обезжелезиванию. В результате чего образовывается осадок твердой фазы, в которой выявлены соединения редкоземельных элементов (РЗЭ), несмотря на достаточно низкие содержания в подземных водах. С учетом этого можно предположить, что их аккумуляция в геологической среде возможна не только при наличии явно выраженного источника вещества, но и при преобладании аккумуляции над выносом [3].

Наименьшее суммарное содержание растворенных солей закономерно отмечается в атмосферных водах. К ультрапресным относятся атмосферные осадки с минерализацией до 90 мг/л - дождевые воды, 22 мг/л – снеготалые воды. Для речных вод значения суммы главных ионов в зимний период составляют 385-560 мг/л, за год 185-454 мг/л (табл. 1).

Таблица

**Среднегодовое значения суммы главных ионов в речных и подземных водах
и погрешности их определения, мг/л**

Река – пункт	Речные воды (год)	Речные воды (зимний период)	Грунтовые воды	Артезианские воды
р. Киргизка – п. Кузовлево	366.4 ± 24.9	509.4 ± 64.5	460.8 ± 24.4	540.2 ± 27.2
р. Ушайка – п. Степановка	406.0 ± 19.9	568.0 ± 78.8	457.4 ± 25.6	572.7 ± 19.1
р. Басандайка – п. Басандайка	453.8 ± 25.6	497.3 ± 38.5	375.2 ± 59.0	527.9 ± 20.4
р. Порос – с. Зоркальцево	185.2 ± 23.1	509.2 ± 63.4	504.7 ± 32.9	535.0 ± 11.2
р. Кисловка – п. Тимирязево	330.3 ± 11.6	385.1 ± 22.6	223.7 ± 6.6	444.5 ± 26.7
р. Лебяжья – с. Безменово	502.7 ± 34.0	559.5 ± 37.8	326.9 ± 47.4	566.8 ± 67.7
Дождевые воды		Снеготалые воды		
90.7 ± 9.1		21.6 ± 2.5		

Также были выполнены физико-химические расчеты для вычисления коэффициентов активности ионов выполнялись с использованием формулы 2-го приближения теории растворов Дебая-Хюккеля при стандартных условиях (температура 25 °C и давление 0,1 МПа). Согласно проведенным расчетам, воды атмосферных осадков не равновесны с кальцитом, с речными и подземными водами наблюдается следующее при достижении минерализации 0,6 г/л и одновременному значению pH > 7,4 воды насыщаются относительно данного минерала.

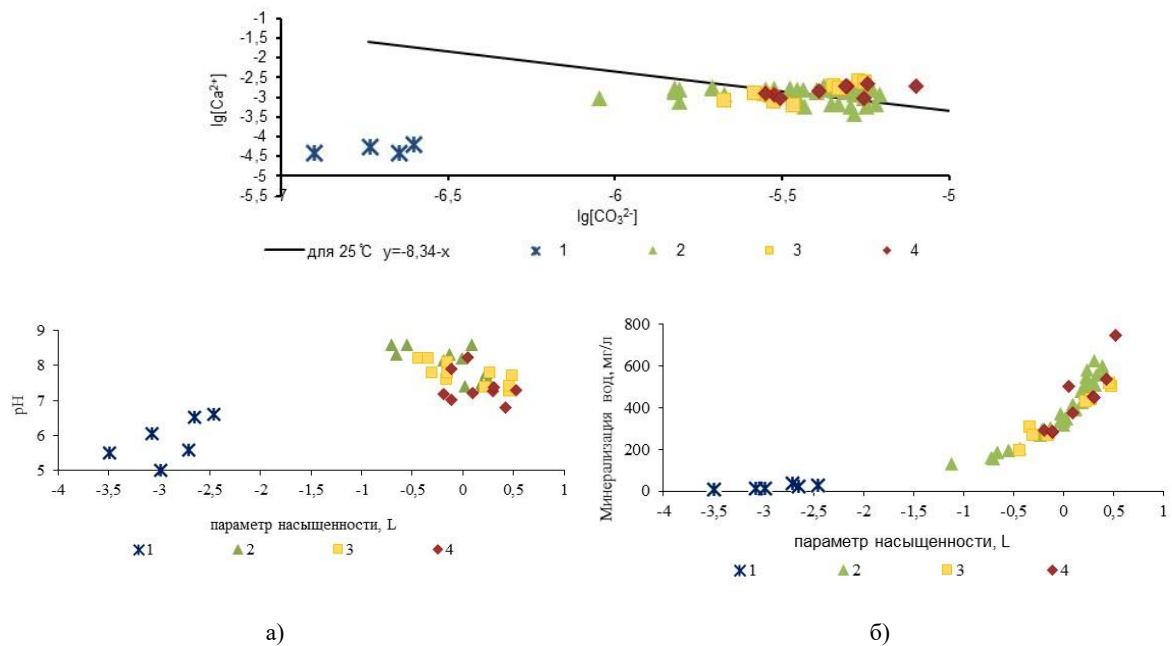


Рис. 2. Диаграмма равновесия природных вод нижнего течения р.Томь с кальцитом. Зависимости значений индекса неравновесности от: а) рН; б) общей минерализации; 1 – атмосферные осадки, 2 – речные воды, 3 – подземные воды четвертичного водоносного горизонта, 4 – подземные воды палеогенового водоносного горизонта.

Таким образом, подземные воды по химическому составу в целом удовлетворяют нормам, установленных в Российской Федерации. Однако, без соответствующей водоподготовки при употреблении могут негативно сказываться на организме человека. Это обусловлено, прежде всего, влиянием природных факторов, а именно, поступлением химических элементов из водовмещающих пород эксплуатируемых горизонтов и преобладанием процессов аккумуляции над выведением из раствора. Несмотря на достаточно низкие содержания РЗЭ в подземных водах левого берега р. Томь, приуроченных к отложениям палеогенового возраста, в твердой фазе, образовавшейся в результате обезжелезивания подземных вод, выявлены соединения РЗЭ. Природные воды исследуемой территории, несмотря на их относительно невысокую минерализацию, равновесны с карбонатами (Са).

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-55-80015.

Литература

1. Гидрогеология СССР. Т. 16. Западно-Сибирская равнина (Тюменская, Омская, Новосибирская и Томская области) / под ред. В.А. Нуднера. М.: Недра, 1970. 368 с.
2. Пасечник Е. Ю., Гусева Н. В., Савичев О. Г., Лыготин В. А., Балобаненко А. А., Домаренко В. А., Владимирова О. Н. Микроэлементный состав подземных вод верхней гидрогеодинамической зоны в бассейне Верхней Оби как фактор формирования их эколого-геохимического состояния // Известия Томского политехн. ун-та. Инжиниринг георесурсов. 2020. Т. 331. № 4. 54-63. DOI 10.18799/24131830/2020/4/2593.
3. Пасечник Е. Ю., Савичев О. Г., Домаренко В. А., Владимирова О. Н. Редкоземельные элементы в поверхностных и подземных водах верхней гидрогеодинамической зоны в бассейне Верхней и Средней Оби (Западная Сибирь) // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. 2020. Т. 32. С. 113-127

ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ МЕДНО-НИКЕЛЕВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА КОЛЬСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ

Воробьева Д.А.

Научный руководитель - доцент Н.В. Гусева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Изучению тяжелых металлов посвящено множество работ. Чаще всего анализируется их валовое содержание в разных природных и техногенных объектах. Оценить опасность загрязнения на основе определения только валового содержания невозможно. Токсическое действие поллютантов зависит от их форм, от степени окисления элемента с переменной валентностью, от характера закрепления металлов минеральными и органическими носителями. В решении геохимических и экологических задач по распределению, миграции, рассеянию и концентрации химических элементов в природных объектах, важная, а часто решающая роль принадлежит знанию форм их нахождения [1].

СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ

Естественное многообразие форм нахождения химических элементов определило появление большого числа аналитических методов их изучения, каждый из которых в зависимости от объектов исследований имеет свои положительные и отрицательные стороны и масштабы [2]. Преимущественно формы тяжелых металлов в почвах анализируют косвенно, с привлечением методов термодинамического расчета. Но в последние годы активно развиваются прямые методы определения форм тяжелых металлов и металлоидов в почвах. Среди них ведущее место занимают методы, основанные на последовательной химической экстракции. Именно с их помощью получена важнейшая информация о формах тяжелых металлов в почвах [1].

Целью работы является исследование особенностей форм нахождения тяжелых металлов в почвах в зоне воздействия выбросов медно-никелевого комбината.

В основу работы положены материалы полевых исследований, проведенных в окрестностях озера Большая Имандра (Кольский полуостров) летом 2016 года. На исследуемой территории расположено одно из крупнейших промышленных предприятий Мурманской области - медно-никелевый комбинат «Североникель» (Кольская горно-металлургическая компания, построен в 1930-е годы), находящийся в Мончегорске. Для исследования были выбраны два почвенных разреза, относящихся к подзолисто-му типу почв (таблица 1) и находящихся в зоне влияния выбросов медно-никелевого комбината.

Таблица 1

Описание пунктов отробования почв

Привязка		Горизонт (глубина, см)	Описание	Растительность
СП-8	N67°52'22,8" E32°47'11,59" 7 км от комбината (у родника «Габбрский»)	Е (1-8)	цвет серый, сверху углистое вещество, граница с горизонтом В размытая	береза, ива, багульник,
		В (8-24)	цвет бурый	
СП-10	N67°51'14,68" E32°47'54,42" 15 км от комбината	Е (4-10)	цвет светло-серый	ель, береза, черника, вороника
		В1 (10-17)	цвет ярко бурый (рыжий)	
		В2 (17-24)	цвет палево-бурый	
		С (24-48)	цвет палевый, сильная завалуненность	

Определение фракционного состава соединений тяжелых металлов в почвах проводилось методом последовательных селективных вытяжек по McLaren & Crawford, 1973 [6] с изменениями Ладонина, 2006 [3], с выделением следующих фракций: I - водорастворимая, II - обменная, III - специфически сорбированная, IV - связанная с органическим веществом, V - связанная с (гидро)оксидами Fe и Mn, VI - остаточная. Навески почвы помещают в центрифужные пробирки и приливают экстрагирующий раствор (в соотношении 1:10). Пробирки взбалтывают, затем проводят центрифугирование. Получившийся раствор анализируют, а остаток почвы заливают следующим экстрагирующим раствором. Химический анализ вытяжек проводился в проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии Томского политехнического университета масс-спектрометрическим методом с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS).

Для оценки накопления тяжелых металлов в разных типах почв особое значение имеет структура их вертикального профиля, определяющая характер накопления, миграции и перераспределения химических элементов, в том числе загрязняющих веществ, по почвенному профилю. Холодная местность с хорошим промывным режимом способствует формированию на Кольском полуострове подзолистого типа почв с дифференцированным профилем, состоящего из подзолистого горизонта (Е), обедненного химическими элементами относительно других минеральных горизонтов; и иллювиального горизонта (В), где происходит аккумуляция химических элементов.

Формирование в почвенном профиле горизонтов транзита или вымывания и аккумуляции (вымывания) веществ происходит при перераспределении между прочносвязанными, подвижными и растворенными соединениями химических элементов, поступление которых осуществляется за счет миграционных потоков [4].

Для подзолистого горизонта (Е) характерно повышение долей подвижных и органогенных форм соединений металлов. Так доля обменной фракции (II) для Mn составляет 30%, для Co 18% в точке СП-8 и 52% в пункте СП-10, Ni – 40,5 и 58%, Cd – 40,4 и 57% соответственно для рассматриваемых точек. Для ряда тяжелых металлов наблюдается повышение доли фракции, связанной с органическим веществом (IV), и для Cr составляет 24%, Fe – 15%, Zn – 35-40%, Sb – 50-52%, Pb – 23-36%.

Результаты эксперимента показывают, что в иллювиальном горизонте подавляющее количество тяжелых металлов остается связано в остаточной фракции (75-98%). Однако для сурьмы доля фракции, связанной с органическим веществом (IV), составляет от 47 до 79%.

Основная доля молибдена (40-60%) оказывается связана с оксидами и гидроксидами железа и марганца (V).

Как приоритетные компоненты выбросов комбинатов медно-никелевого производства никель и медь признаны основными элементами-загрязнителями в Кольском регионе [5].

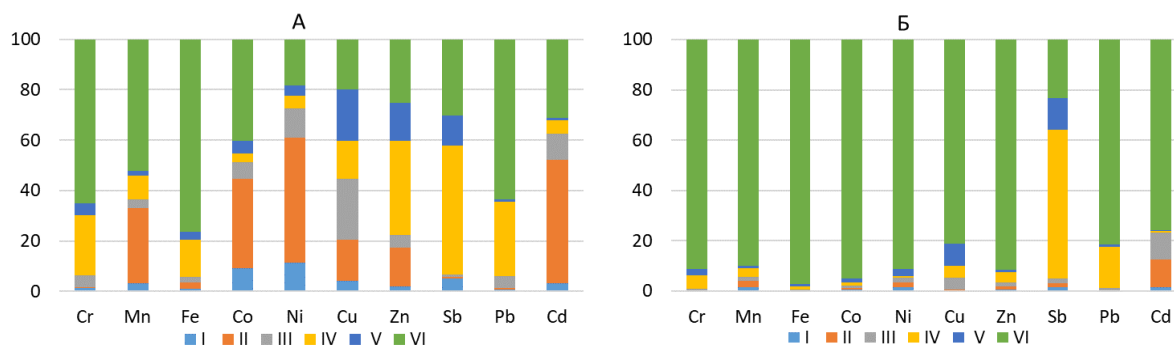


Рис. 1. Распределение фракций тяжелых металлов в подзолистом (А) и иллювиальном (Б) горизонтах почв

Распределение фракций никеля и меди в почвенных горизонтах исследуемого района представлены в таблице 2.

Таблица 2

Распределение фракций никеля и меди в почвах исследуемого района

Пункт (расстояние до комбината)	Почвенный горизонт	Ni	Cu
СП-8 (7 км)	Е	II > VI > I > III > IV > V	III > II > VI > V > IV > I
	В	VI >> V > II > III > I > IV	VI >> III > V > IV > II > I
СП-10 (15 км)	Е	II > III > VI > I > IV > V	V > III > VI > IV > II > I
	В1	VI >> V > I > III > II > IV	VI >> V > IV > III > I > II
	В2	VI >> V > IV > II > I > III	VI >> V > IV > III > I > II
	С	VI >> V > IV > III > II > I	VI >> V > IV > III > I > II

Для меди в подзолистом горизонте характерно почти равное распределение по пяти фракциям (II-III-IV-V-VI) – от 12 до 26% от суммы всех фракций, а доля водорастворимой формы составляет в среднем 4%. В иллювиальном горизонте основная ее доля связана в остаточной фракции (75-87%). Среди прочих форм в этом горизонте наибольшую долю имеет фракция, связанная с оксидами и гидроксидами железа и марганца (V), – 8-11%. В точке опробования СП-8, расположенной в 7 км от источника выбросов, наблюдается повышение доли специфически сорбированной фракции до 11% по сравнению с пунктом СП-10, где ее доля составляет менее 4%.

Для никеля в подзолистом горизонте (Е) характерно преобладание обменной фракции (40-60% от суммы всех фракций). В иллювиальном горизонте наблюдается некоторое повышение доли фракции, связанной с оксидами и гидроксидами железа и марганца (V) до 5,7% в пункте СП-8, когда как в точке СП-10 эта фракция не превышает и 2% для того же горизонта.

Таким образом в почвах зоны интенсивного воздействия медно-никелевого производства, по сравнению с более удаленными от источника выбросов, увеличивается содержание и доля подвижных форм основных поллютантов региона - Ni и Cu, а также Cr, Co, Cd, Sb, и соответственно, их биодоступность. Такое распределение тяжелых металлов в спектре постадийных вытяжек можно рассматривать как индикатор техногенного загрязнения окружающей среды.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-35-90077 и Государственного Задания РФ «Наука» (проект FSWW-0022-2020).

Литература

1. Водяницкий Ю.Н. Изучение тяжелых металлов в почвах. – М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2005. – 109 с.
2. Кузнецов В.А., Шимко Г.А. Метод постадийных вытяжек при геохимических исследованиях. – Минск: Наука и техника, 1990. – 65 с.
3. Ладонин Д. В. Методы определения фракционного состава соединений тяжёлых металлов в почвах. В кн. Теория и практика химического анализа почв. Под ред. Л. А. Воробьевой. М., ГЕОС, 2006, с. 293-309.
4. Мотузова Г.В. Соединения микроэлементов в почвах: системная организация, экологическое значение, мониторинг. Изд. 2-е. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 168 с.
5. Barsova N., Yakimenko O., Tolpeshta I., Motuzova G. Current state and dynamics of heavy metal soil pollution in Russian Federation — A review. Environmental Pollution, 2019, vol. 249, pp. 200–207. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.03.020>
6. McLaren R. G., Crawford D. W. Studies on soil copper. 1. The fractionation of copper in soils. J. Soil Sci. 1973, v. 24, iss. 2, p. 172-181.

**ВЛИЯНИЕ МЕТАНОВЫХ ВЫБРОСОВ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ
ПРИДОННОЙ ВОДЫ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ**

Ворожейкина Е.А.

Научный руководитель – доцент Гусева Н.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Метан значительно влияет на потепление климата и является важным «парниковым» газом в климатической системе. Выбросы метана в водную толщу могут быть связаны с процессами образования метана анаэробными археями и бактериями, а также газогидратосодержащими отложениями. Значительное количество метана хранится в виде газового гидрата, который представляет собой ледоподобное кристаллическое соединение, образованное, в основном метаном, в условиях низкой температуры и высокого давления [6]. На сегодняшний день доказано, что Восточно-Сибирский арктический шельф является одним из самых крупных современных источников атмосферного метана [2]. Одним из известных районов метановых сипов на территории Арктики является море Лаптевых.

На фоне продолжающегося таяния подводной вечной мерзлоты на шельфе Восточной Арктики изучение химического состава придонной воды является важной задачей для оценки климатических биогеохимических изменений. Придонная вода – это среда с определенным химическим составом и высокой миграционной способностью микрокомпонентов [1], которые могут быть использованы в качестве индикаторов изменения окислительно-восстановительных условий среды в областях эмиссии метана и его дальнейшем анаэробном окислении (АОМ). Метан, поступающий в морскую воду, влияет на систему «вода-порода-газ-органическое вещество» (В.И. Вернадский). В связи с этим, целью работы является сравнительный анализ химического состава придонной воды моря Лаптевых на станциях в области эмиссии метана и на фоновой станции (вне области метановых сипов).

Данные, используемые в работе, были получены в сентябре-октябре 2019 года в ходе 78-ой экспедиции на научно-исследовательском судне «Академик Мстислав Келдыш». Образцы придонной морской воды были отобраны батометрами путём зондирования комплексов «Rosette». Отобрано три пробы придонной морской воды с глубины 29,3 м и две пробы с глубины 20,3 и 20,4 м на станции, расположенной в районе эмиссии метана. Химический анализ проб воды был выполнен в ПНИЛ гидрогеохимии Инженерной школы природных ресурсов Томского политехнического университета методами потенциометрии, титриметрии, ионной хроматографии и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой.

По химическому составу морская придонная вода является хлоридной натриевой, как в фоновых придонных водах, так и в областях эмиссии метана (табл.1).

Таблица 1

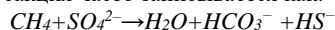
Химический состав морской придонной воды на фоновой и аномальной станциях в море Лаптевых

№	Глубина отбора	T	pH	M*	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Br ⁻
ед.изм-ния	м	°C	ед.pH	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л
1	29,3	-0,3	8,23	30100	162	2074	16821	280	1003	9634	163	63
2	20,3	0,27	8,13	28100	158	1904	15586	250	946	8839	297	52
3	20,4	0,27	8,07	27960	165	1720	15829	183	987	8954	226	52

M*-минерализация

Температура придонных вод изменяется от -0,3 до 0,27°C. Разгрузка метана влияет на геохимические условия придонных морских вод, как следствие, изменение основных параметров водной среды и концентраций некоторых компонентов химического состава. По кислотно-щелочным свойствам морская придонная вода является слабощелочной, pH составляет, в фоновой станции - 8,23, а в сиповой точке опробования - 8,13.

Анаэробное окисление метана играет важную роль в глобальном цикле углерода, так как является одним из естественных механизмов, ограничивающих поступление метана в атмосферу. Анаэробное окисление метана в сочетании с бактериальной сульфатредукцией контролирует выброс метана из донных отложений в морскую воду. Общая реакция часто записывается как:



Вследствие АОМ, увеличивается общая щёлочность придонных морских вод. Общая щёлочность составляет 2,65/161,65 на глубине 29,3 в точке опробования фоновой станции, 2,95/180 на глубине 20,3 м и 2,71/165,3 на глубине 20,4 м в сиповой точке опробования. В областях эмиссии метана, вследствие разгрузки газа, формируется сульфат-метановая транзитная зона, в которой происходит смена геохимических условий водной среды, где нисходящий сульфат восстанавливается метаном до сероводорода. В морских придонных водах концентрации сульфат-иона составляют 2074 мг/л, а на станции, в районе выбросов метана, они имеют меньшие значения 1904 мг/л. При этом относительно содержания иона хлора другие анионы сохраняют близкие соотношения как в водах фоновой, так и на станции в области эмиссии метана. Концентрации кальция, магния и натрия в водах на исследуемых станциях, изменяется не существенно, однако наблюдается постепенное снижение концентраций Mg²⁺ и Ca²⁺ на станции в районе

эмиссии метана. Поведение калия, также демонстрирует схожую тенденцию. Концентрации калия в придонных водах сиповой станции выше, чем на фоновой, 297 мг/л и 163 мг/л, соответственно.

Эмиссия метана в море Лаптевых оказывает значительное влияние на геохимическую обстановку, и как следствие, на химический состав придонной воды, которая представляется специфической средой с определенным химическим составом и высокой миграционной способностью некоторых компонентов, поведение которых определяется биогеохимическими процессами, происходящими в придонных морских водах в местах выхода метана (сульфатредукция, анаэробное окисление метана, аутигенное минералообразование). Увеличение щёлочности воды, снижение концентрации сульфат-иона, катионов (Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+) способствуют осаждению аутигенных минералов. Таким образом, при исследовании химического состава придонной воды, были выявлены закономерности в поведении основных компонентов воды, реагирующие на смену окислительно-восстановительных условий, и их последующим влиянием на состав донных отложений моря Лаптевых.

Работа выполнена при поддержке государственной программы РФ «Наука» Проект FSWW-0022-2020

Литература

1. Розанов А. Г. Обмен химическими компонентами на границе вода – дно // Химия морей и океанов. М.: Наука, 1995. С. 307–328.
2. Шахова, Н.; Семилетов, И.; Leifer, I.; Салюк, А.; Рекант, П.; Космач Д. Геохимические и геофизические свидетельства выделения метана над Восточно-Сибирским арктическим шельфом. J. Geophys. Res. Океан. 2010, 115.
3. Betts, J. N. & Holland, H. D. The oxygen content of ocean bottom waters, the burial efficiency of organic carbon, and the regulation of atmospheric oxygen. Paleogeogr. Paleoclim. Paleoecol. 97, 5–18 (1991).
4. Jorgensen B.B., Weber A., Zopf J. (2001) Sulfate reduction and anaerobic methane oxidation in Black Sea sediments. Deep-Sea Res. 48(PI), 2097–2120.
5. Semiletov I., Shakhova N., Romanovsky V., Pipko I.I. Methane Climate Forcing and Methane Observations in the Siberian Arctic Land-Shelf System // World Resource Review. 2004. V. 16. P. 503–542.
6. Schulz H.D. Quantification of early diagenesis: dissolved constituents in marine pore waters // Marine Geochemistry. Springer, Berlin, Heidelberg, 2000. S. 87–128.
7. Wang, X.J., Hutchinson, D.R., Wu, S.G., Yang, S.X., Guo, Y.Q., 2011a. Elevated gashydrate saturation within silt and silty clay sediments in the Shenhu area, South China Sea. J. Geophys. Res. 116 (B05102).

МИКРОАССОЦИАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ ЮГО-ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ ПО ДАННЫМ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА

Дребот В.В.^{1,2}

Научный руководитель - профессор О.Е. Лепокурова^{1,2}

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет

²Томский филиал Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН

Территория юго-восточного Забайкалья известна, прежде всего, широким распространением разнообразных по своему составу и солености озер, однако, предыдущие исследования [1–8] показали, что, и локально имеющие гидравлическую связь с поверхностными подземные воды, отличаются подобным разнообразием. Так, было установлено, что здесь в пределах сравнительно небольшой площади (около 3000 км²) благодаря засушливому климату, существующим геолого-геоморфологическим условиям, наличию трещиноватых вулканогенных структур, обеспечивающих смешение вод, а также степени взаимодействия в системе-вода порода сформировались три геохимических типа вод: содовый, кремнистый и солесодержащий (рис. 1). Все они отличаются по химическому составу, рН и солёности, а также степени удаленности от озер. Кроме того, район исследования является частью Государственного природного биосферного заповедника «Даурский», входящего с 2017 г. в список всемирного наследия ЮНЕСКО, служит местом обитания многих редких видов животных, а также является развитым сельскохозяйственным регионом, а существующая проблема содового засоления вод может оказывать негативное воздействие на устойчивость этой уникальной экосистемы. Все это делает район уникальным в отношении

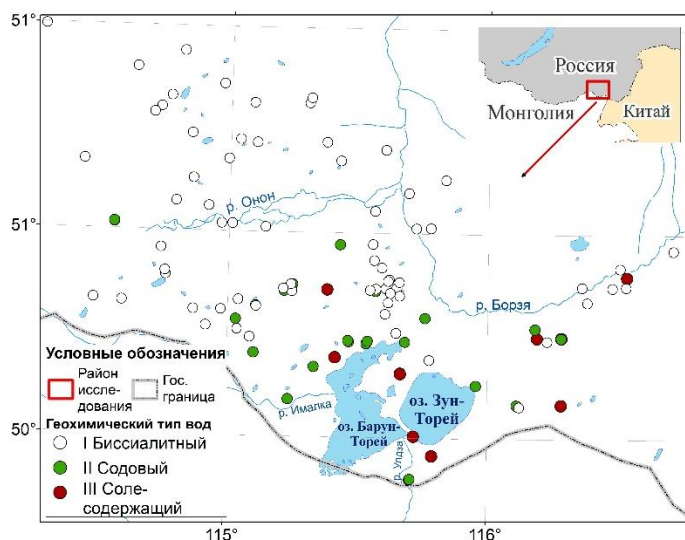


Рис. 1 Обзорная карта района исследований

СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ

изучения особенностей формирования химического состава подземных вод верхней гидродинамической зоны аридных территорий.

Целью настоящей работы является выявление значимых корреляционных связей, скрытых в большом объеме данных по химическому составу подземных вод Забайкалья для уточнения полученных знаний об основных параметрах, контролирующих формирование химического состава подземных вод юго-восточного Забайкалья. Химический состав вод представлен в таблице ниже.

Таблица

Химический состав подземных вод в районе Торейских озёр, мг/л

Компонент	Мин. ¹	Макс. ²	Средн. ³	Компонент	Мин.	Макс.	Средн.	Компонент	Мин.	Макс.	Средн.
Минерализация, г/л	0.27	3.89	0.84	Be	0.0003	0.58	0.029	Se	0.03	6.84	1.18
pH	7.41	9.24	8.12	B	11.4	1305	152	Rb	0.0004	18.4	1.13
CO ₂	0.20	16.2	3.16	Al	0.20	338	22.6	Sr	78.5	5126	900
CO ₃ ²⁻	0.15	136	15.5	V	0.01	45.9	3.45	Y	0.004	1.22	0.11
HCO ₃ ⁻	181.2	1165	439	Cr	0.02	76.0	3.19	Zr	0.01	95.0	2.52
SO ₄ ²⁻	3.00	890	97.3	Mn	0.20	1500	111	Nb	0.001	0.08	0.009
Cl ⁻	2.55	730	71.8	Fe	2.00	4214	335	Mo	0.28	58.8	5.64
F ⁻	0.01	7.23	1.67	Co	0.01	2.59	0.41	Cd	0.006	19.0	1.10
Ca ²⁺	11.1	122	43.8	Ni	0.12	26.4	3.20	Sb	0.02	13.0	1.10
Mg ²⁺	5.96	128	38.0	Cu	0.26	39.4	4.00	Cs	0.0002	79.5	2.29
Na ⁺	6.89	905	129	Zn	0.80	554	31.9	Ba	1.25	439	44.5
K ⁺	0.30	28.5	3.76	Ga	0.001	0.17	0.02	W	0.001	2.71	0.17
Si	2.13	15.6	7.98	Ge	0.003	0.39	0.06	Pb	0.02	6.09	0.53
Li	5.20	132	32.8	As	0.32	58.8	7.51	Th	0.0001	0.08	0.01
Концентрация: Мин – минимальная, Макс – максимальная, Средн – средняя.								U	0.02	155	14.6

Поскольку в рамках настоящей работы был использован значительный массив данных по химическому составу для 73-х точек опробования подземных вод, проведенного в период с 2013 по 2018 гг., а значимые связи будут определяться для 43-х компонентов, к которым относятся: pH, Минерализация, CO₂, CO₃²⁻, HCO₃⁻, SO₄²⁻, Cl⁻, F⁻, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺, Si, Li, Be, B, Al, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Cd, Sb, Cs, Ba, W, Pb, Th, U, отсутствует возможность непосредственного выявления, наблюдения и измерения закономерностей распределения химических компонентов в составе вод. В этой связи для выделения микроассоциаций химических элементов был применен стандартный метод математической статистики - кластерный анализ. Кластерный анализ и построение дендрограммы выполнялось в программе STATISTICA. При проведении кластеризации элементов в качестве меры близости элементов использовано корреляционное расстояние, так как корреляционный анализ данной ассоциации микроэлементов показал значимые корреляционные связи [9]. Графические результаты кластерного анализа представлены на дендрограмме (рис.2) и демонстрируют устойчивое разбиение 43-х элементов на 12

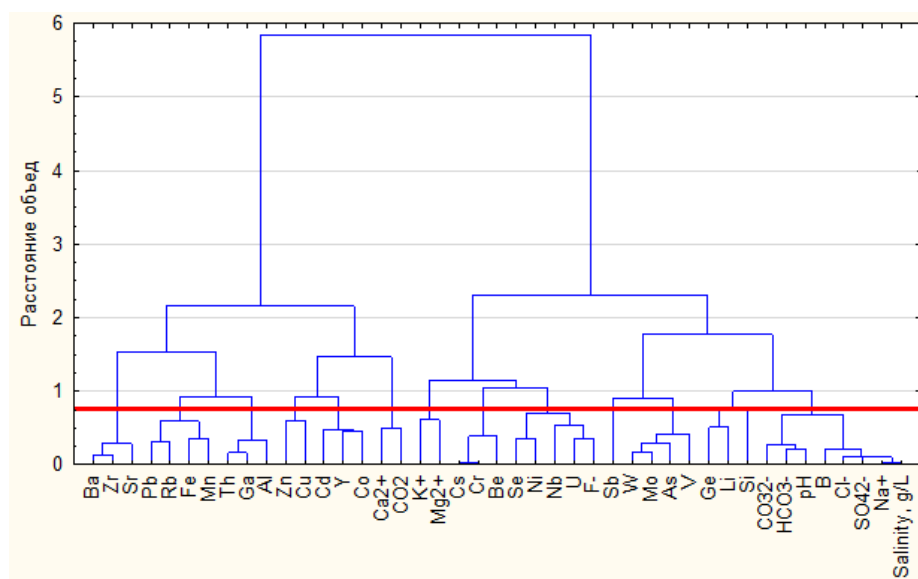


Рис. 2. Дендрограмма корреляционной матрицы ассоциации элементов в подземных водах района Торейских озер

Таким образом, геохимические спектры элементов в водах образуют следующие значимые микроассоциации химических элементов: Zr – Ba – Sr, Fe – Mn – Rb – Pb, Ga – Th – Al, Cu – Zn, Co – Y – Cd, CO₂ – Ca, Mg – K, Cr – Cs – Be, F – U – Nb – Ni – Se, W – Mo – As – V, Li – Ge и pH – HCO₃ – CO₃ – Минерализация – Na – SO₄ – Cl – B. Результаты свидетельствуют о необходимости корректировки представленной ранее геохимической типизации подземных вод района Торейских озер и будут положены в основу будущих исследований.

Автор благодарит д.г.-м.н. С.В. Борзенко за помощь в проведении исследований и организацию полевых работ. Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ 20-35-90040.

Литература

1. Borzenko S., Drobot V., Fedorov I. Chemical composition and formation conditions of NaHCO₃ type of waters in the eastern Transbaikalia. E3S Web of Conferences, 2019. P. 1–5.
2. Borzenko S. V., Drobot V. V., Fedorov I. A. Main formation conditions of soda-type groundwater: A case study from south-eastern Transbaikal region (Russia) // Applied Geochemistry. 2020. (123). P. 1–16.
3. Borzenko S. V., Shvartsev S. L. Chemical composition of salt lakes in East Transbaikalia (Russia) // Applied Geochemistry. 2019. № March (103). P. 72–84.
4. Drobot V. Geochemistry of groundwater in the area of Zun-Torey and Barun-Torey lakes (Transbaikalia, Russia) Copenhagen., 2018. P. 1–3.
5. Drobot V. Geochemistry of Soda-Type Groundwater in the Torey Lakes Region (Russia): Differences between Catchment Area and Beyond. European Association of Geoscientists & Engineers, 2020. P. 1–4.
6. Борзенко С. В. [и др.]. Содовые воды района Торейских озер Забайкальского края: химический состав подземных и озерных вод Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 2018. С. 434–437.
7. Дребот В. В., Лепокурова О. Е. Оценка подвижности химических элементов в системе базальты - природные воды - вторичные отложения территории Торейских озер (Восточное Забайкалье). Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 2020. С. 335–338.
8. Лепокурова О. Е. [и др.]. Механизмы взаимодействия, состояние равновесия и направленность эволюции системы природные воды - основные и ультраосновные породы (на примере регионов Восточной Сибири). Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 2020. С. 33–40.
9. Михальчук А. А., Язиков Е. Г. Многомерный статистический анализ эколого-геохимических измерений. Часть III. Лабораторный практикум Учебное пособие / А. А. Михальчук, Е. Г. Язиков, Томск: Изд. ТПУ, 2014. 198 с.

СОДЕРЖАНИЕ ПРИРОДНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ (РАЙОН Г. СОСНОВЫЙ БОР ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)

Ерзова В.А.

Научный руководитель профессор Судариков С.М.

Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

Источники радиационного воздействия подразделяются на естественные (природные) и техногенные. Для земной коры характерно наличие природных радиоактивных элементов с нестабильными изотопами. Среди них можно выделить два изотопа урана (²³⁸U, ²³⁴U) и один – тория (²³²Th). В процессе их радиоактивного распада образуются следующие радионуклиды: радий (²²⁴Ra, ²²⁶Ra, ²²⁸Ra), радон (²²²Rn), полоний (²¹⁰Po), свинец (²¹⁰Pb) и др. Также значимую радиоактивность вносят долгоживущие радионуклиды со стабильными изотопами: калий (⁴⁰K), рубидий (⁸⁷Rb) и радионуклиды космогенного происхождения: углерод (¹⁴C), тритий (³H) и др. [1]. Техногенными являются источники, созданные в результате человеческой деятельности. К ним относят ядерные взрывы, объекты атомной энергетики, аварийные ситуации.

В данной работе рассматривается территория, где располагаются объекты Северо-западного атомно-промышленного комплекса (СЗАПК), включающего действующую и строящуюся атомные электростанции, а также хранилища радиоактивных отходов различного типа [2]. Несмотря на то, что объекты атомной энергетики являются источниками техногенных радионуклидов, существенный вклад в дозовую нагрузку на население могут вносить и природные радионуклиды. Облучение населения возможно за счет поступления природных радионуклидов с пищевыми продуктами или питьевой водой.

Одним из объектов экосистемы, содержащим и накапливающим природные радионуклиды, являются подземные воды. В рамках данной работы обработаны и проанализированы многолетние данные радиационного мониторинга за период с 2010 по 2014 гг., с целью определения содержания естественных радионуклидов в подземных водах рассматриваемого района.

Геологическое строение рассматриваемого района представлено осадочными породами, несогласно залегающими на кристаллическом фундаменте. В осадочной толще выделяют *четвертичный (Q_{IV})* и *нижнекембрийский (ломоносовский) (C₁)* водоносные горизонты и подземные воды *вендского водоносного комплекса (котлинский (V_{2kt}) и редкинский (V_{2rd}) водоносные горизонты)*. Вендский водоносный комплекс залегают под мощной толщей глин (рис. 1).

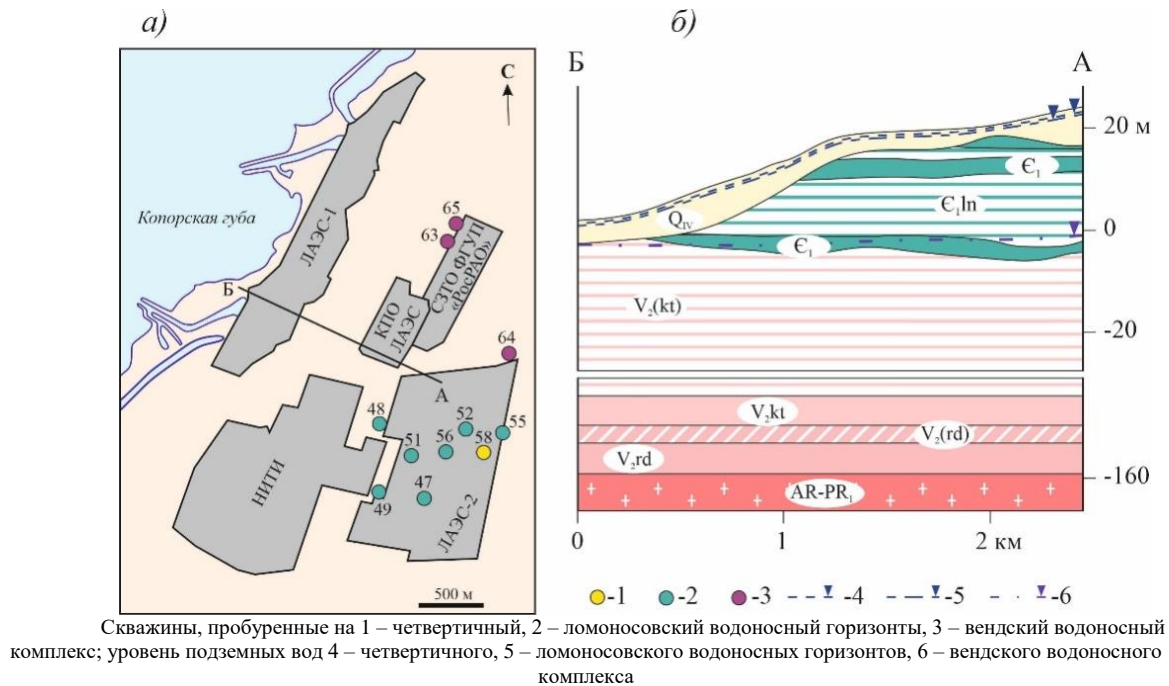


Рис. 1 Расположение рассматриваемой территории(а) и схематический гидрогеологический разрез по линии АБ (б)

На территории ЛАЭС-2 проведено радиологическое опробование подземных вод *четвертичного* и *ломоносовского* водоносных горизонтов на содержание в них естественных радионуклидов. Согласно полученным результатам удельные активности природных радионуклидов в четвертичном и ломоносовском водоносных горизонтах за весь период наблюдений не превышают нормативных значений по НРБ-99/2009 (табл.1).

Таблица 1
Содержание естественных радионуклидов в четвертичном и ломоносовском водоносных горизонтах в районе ЛАЭС (2010-2014 гг.)

Радионуклид	Число определений	Среднее, Бк/л	УВВ по НРБ-99/2009, Бк/л
$\Sigma\alpha$	27	0,11	0,2
$\Sigma\beta$	27	0,21	1
^{224}Ra	4	0,007	2,1
^{226}Ra	9	0,06	0,49
^{228}Ra	17	0,03	0,2
^{210}Pb	17	0,01	0,2
^{210}Po	9	0,004	0,11
^{222}Rn	14	10,1	60
^{232}Th	8	0,003	0,6
^{40}K	9	0,18	
^{238}U	4	0,007	3
^{234}U	3	0,011	2,8

В подземных водах *вендского водоносного комплекса* определялось содержание тех же самых естественных радионуклидов. Полученные результаты указывают на повышенную естественную радиоактивность, в том числе, повышенное содержание ^{228}Ra (среднее значение по скв. 63/11 – 0,67 Бк/л, скв. 4/10 – 0,65 Бк/л), альфа-активности (до 3,87 Бк/л в скв. 64 в 2011 г., скв. 65 – 1,44 Бк/л) бета-активности (до 3,18 Бк/л в скв. 64 в 2011 г., скв. 65 – 4,05 Бк/л в 2010 г.) (табл.2). Указанные показатели в 3-6 раз превышают уровень вмешательства (УВ) по НРБ 99/09. Согласно полученным данным солоноватые воды имеют более высокое содержание природных радионуклидов по сравнению с пресными водами [3].

Результаты настоящей работы показывают, что в подземных водах четвертичного и ломоносовского водоносных горизонтов содержания природных радионуклидов не превышают уровни вмешательства и в 2-10 раз ниже чем, в котлинском и редкинском горизонтах. В вендском водоносном комплексе, залегающем на кристаллическом фундаменте, концентрации естественных радионуклидов в несколько раз выше УВВ (НРБ-99/2009).

Таблица 2

Содержание естественных радионуклидов вендском водоносном комплексе в районе ЛАЭС (2010-2014 гг.)

Радионуклид	Число определений	Среднее, Бк/л	УВВ по НРБ-99/2009, Бк/л
$\Sigma\alpha$	9	0,49	0,2
$\Sigma\beta$	9	0,99	1,0
^{224}Ra	5	0,51	2,1
^{226}Ra	7	0,24	0,49
^{228}Ra	10	0,29	0,2
^{210}Pb	10	0,01	0,2
^{210}Po	9	0,01	0,11
^{222}Rn	6	8,33	60

Высокие содержания природных радионуклидов в вендском водоносном комплексе могут быть связаны с тем, что подземные воды в региональном плане характеризуются повышенной радиоактивностью. Она связана, в первую очередь, с минералами урана и тория, встречающимися как в кристаллических породах фундамента, так и непосредственно в вендских водовмещающих породах. Помимо состава пород на величину содержания естественных радионуклидов влияет и химический состав подземных вод. Так более высокое содержание ^{226}Ra в солоноватых водах вендских отложений в первую очередь связано с их химическим составом, а уже во вторую – с удельной активностью ^{238}U в водовмещающих породах.

Литература

1. Абрамов А.А., Бадун Г.А. Основы радиохимии и радиозоологии: учеб. пособие. Баку: Изд. Филиал Химического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова, 2011. 138 с.
2. Оценка влияния атомно-промышленного комплекса на подземные воды и смежные природные объекты (г. Сосновый Бор Ленинградской области) / Под ред. В.Г. Румынина - СПб.: Изд-во С. – Петерб. ун-та – 2002. – 248с.
3. Токарев И.В., Шварц А.А., Боровицкая Е.Ю. Экологические проблемы эксплуатации подземных вод карельского перешейка // Вестник СПбГУ. – Санкт-Петербург, 2013. - №2. – С. 21-31.

ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ РАЙОНОВ ЮЖНОГО ПРЕДУРАЛЬЯ

Еранов Е.А.

Научный руководитель - профессор Мустафин С.К.

Башкирский Государственный Университет, г. Уфа. Россия.

Засоление пресных вод в пределах нефтедобывающих районов Южного Предуралья происходило с первых лет эксплуатации нефтяных месторождений. Однако особенно интенсивно оно наблюдалось с момента закачки сточных нефтепромысловых вод (в Шкаповском районе, также и стоков Стерлитамакского СЦК) в продуктивные пласты девона для поддержания пластового давления и поглощающие горизонты палеозоя.

На территории Шкаповского нефтяного месторождения один из крупных прудов накопителей расположен в верховье р. Базлык. Основание пруда составляют четвертичные суглинки и глины мощностью до 6 м., ниже которых залегают трещиноватые, закарстованные известняки верхнеказанского подъяруса (P₂kz₂). Целью работы является - характеристика причин загрязнения пресных вод изучаемого региона.

Основание накопителя состоит из суглинков и глин четвертичного возраста, мощность которых 5-6 м., ниже залегают верхнеказанские (P₂kz₂) известняки трещиноватые, закарстованные. Во время постройки данного сооружения, считалось, что глинистый горизонт станет надежной защитой при своих низких фильтрационных свойствах, и утечка будет незначительной. При исследовании проницаемости этих глин и суглинков в естественных условиях выяснили, что коэффициенты фильтрации этих пород колеблются от 0,06-0,2 до 0,85-2,88 м/сут, а средние значения составляют 0,4-1,83 м/сут. Очевидно, что уже в первые годы эксплуатации пруда (в него сбрасывали стоки в течение 1962-1966 гг.), летом 1963 года ниже плотины наблюдалось засоление родников, в том числе используемых населением для питьевых и хозяйственных нужд. Ниже плотины появились грифоны соленых вод. Вода фильтровалась из пруда, настолько интенсивно, что поступление сточных вод не приводило к увеличению площади его зеркала [2]. Примечательно, что даже относительно небольшая величина градиента вертикальной фильтрации (0,1-0,5), оказалась вполне достаточной для вертикального нисходящего перетока в водоносные горизонты казанских отложений.

Следует отметить, что, хотя пруд сооружен на породах P₂kz₂, засоление распространилось не только в водах этой свиты, но и проникло в нижележащие водоносные горизонты нижнеказанских отложений (P₂kz₁), свидетельством чего служат многочисленные соленые родники в районе с. Базлык. Этот факт является дополнительным доказательством взаимосвязи водоносных горизонтов, осуществляемой путем вертикальной миграции вод через слабопроницаемые глинистые слои.

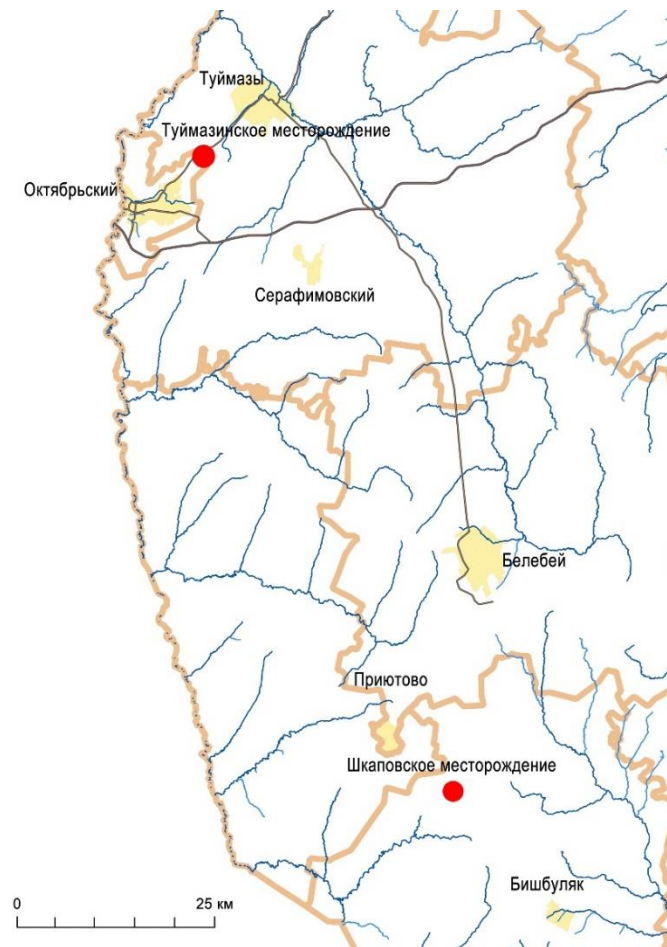
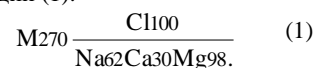


Рис. 1. Схематическая карта расположения Туймазинского и Шкаповского месторождений

При строительстве пруда не учитывалась также и разные способности проницаемости пород при фильтрации минерализованных и пресных вод. Этот эффект максимально проявился в глинах, которые в одинаковых условиях практически могут фильтровать хлоридную воду и не пропускать пресную. Химический состав сточных вод, сбрасываемых в пруд-накопитель, следующий (1):



В описанных нефтяных районах, как накопители сточных вод ряд лет использовались карстовые воронки, связанные, как уже отмечалось выше, с выщелачиванием карбонатных пород казанского яруса. Для этих отложений характерны большие коэффициенты фильтрации (от 3-5 до 15-20 м/сут. и более) обусловленные сильной трещиноватостью и закарстованностью, способствующих быстрому распространению сточных вод как в вертикальном (между горизонтами), так и латеральном (по площади) направлениях.

Вывод: источниками влияния на зону пресных вод, являются трубопроводы разного вида и назначения. При разрывах нефте- и рассолопроводов в приповерхностную зону и на поверхность поступает от десятков до нескольких десятков тысяч м³ пластовых рассолов или нефти. На упомянутых выше месторождениях, трубопроводы находятся в очень изношенном состоянии. На начальной стадии эксплуатации, Туймазинского месторождения (1944-1958 гг.) аварийных порывов из-за коррозии не было (ППД осуществлялось пресной водой). В последующем аварийность увеличивалась следующим образом: в 1959-1968 гг. – 326 аварий, 1969-1975 гг. 3276, 1976-1978 гг. – 4421. Удельная частота порывов резко увеличивается в зависимости от длительности эксплуатации трубопроводов. Время обнаружения и ликвидации порывов на трубопроводах составляет от нескольких часов до нескольких суток.[1] При этом на поверхность земли попадает от 45-103 до 5032-16300 м³ рассолов, 2-5 т. нефти, загрязняя до 72 тыс. м² земли в год, где формируется химический состав пресных вод верхних водоносных горизонтов. Рассолы попадающие в подземные воды загрязняют их по расчетам на десятки – сотни лет.

Литература

1. Абдрахманов Р.Ф. Гидрогеоэкология Башкортостана. Уфа, 2005. 222 с.
2. Озолин Б.В. Башкирское Предуралье // Гидрогеология Волго-Уральской области. М.: Недра, 1967. С. 98-172.
3. Попов В.Г., Юсупов Б.М., Абдрахманов Р.Ф., Грамматчикова Н.М. Закономерности формирования подземных вод западной Башкирии в связи с проблемой охраны их от загрязнения и истощения. Уфа, 1977. Т.1.

**МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ РЕЧНЫХ ВОД СЕВЕРНЫХ
ТЕРРИТОРИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

Иванова И.С.¹, Ворона А.А.², Колубаева Ю.В.¹

Научный руководитель - доцент Хващевская А.А.

¹*Томский филиал института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
г. Томск, Россия*

²*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Проблемы экологии окружающей среды становятся все более актуальными для северных территорий Западной Сибири, где ведется активная добыча углеводородов. Содержание нефти как в водах, так и в почвах контролируется нормативными документами, так как относится к группе веществ, обладающих высокой токсичностью для живых организмов. Однако, нефть наиболее широко используется в хозяйственной деятельности человека, что способствует усилению негативного воздействия на легко уязвимые природные среды Арктики. Микроорганизмы являются наиболее чувствительными индикаторами происходящих изменений окружающей среды, что отражается на их численности и составе. В тоже время, некоторые из них подвержены негативному воздействию нефти, а другие микроорганизмы могут принимать участие в деструкции углеводородов. Так, при загрязнении водной среды нефтепродуктами в них происходит смена основных групп микроорганизмов, что может стать причиной разрушения всей водной экосистемы.

Среди основных биогеохимических процессов, протекающих в водоемах, биодеструкция органических соединений имеет важную роль в определении экологического состояния водного объекта. В связи с чем в речных водах территории Ямало-ненецкого автономного округа, как основного нефтегазодобывающего региона Западной Сибири, была изучена распространенность олиготрофов, сапрофитов и нефтеокисляющих микроорганизмов – основных участников круговорота углерода.

Отбор проб речных вод осуществлялся в сентябре 2020 г. с соблюдением асептических условий в стерильные стеклянные емкости. При транспортировке емкости с пробами были упакованы и хранились в холодильнике. Микробиологические анализы выполнялись в Проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии Инженерной школы природных ресурсов ТПУ. Выделение физиологических групп бактерий и их количественный учет проводили по классическим методикам, основанных на применении избирательных питательных сред [1, 4]. Полученные результаты микробиологических анализов вод представлены в таблице.

Олиготрофы – природные микроорганизмы, существование которых обусловлено низкими концентрациями органического вещества в природных средах. Данная группа микроорганизмов имеет наибольшее распространение в изучаемых природных водах, количество которых изменяется от 2000 до 13740 кл/мл.

Сапрофиты – микроорганизмы, которые используют готовое органическое вещество в процессе своей жизнедеятельности. Содержание сапрофитов в поверхностных водах изменяется в широком пределе – от 210 до 12910 кл/мл, наибольшее содержание которых отмечено в небольших реках, относящихся к бассейнам рек Пур и Таз. Количество микроорганизмов данной группы в водах увеличивается как с ростом природных концентраций органических веществ, так и при наличии антропогенного загрязнения, обусловленного наличием автомобильных трасс и населенных пунктов.

Таблица

Микробиологический состав речных вод на территории ЯНАО

№ пробы	Место отбора проб	Физиологические группы, кл/мл			Индекс олиготрофности
		Олиготрофы	Сапрофиты	Нефтеокисляющие	
Бассейн р. Таз					
988	р. Вэсака-яха	10740	12910	4130	0,8
990	р. Халытахояха	3870	2450	5300	1,6
983	р. Таз	13350	340	3400	39,3
Бассейн р. Пур					
996	р. Малая Хадырьяха	2440	190	12420	12,8
999	р. Лимбяха	6400	760	4140	8,4
1000	р. Ямсовей	4310	740	18220	5,8
1026	р. Панкитьяха	2000	3210	600	0,6
1005	р. Пур	9000	5750	1450	1,3
Бассейн р. Надым					
1017	р. Маханияд Пусьяха	2250	210	1960	10,7
1018	р. Тьяха	13740	7060	130	1,9
Бассейн р. Обь					
1011	р. Васьёган	12900	740	3240	4,0
1010	р. Обь	7900	1320	270	6,0

Нефтеокисляющие бактерии обнаружены во всех изучаемых пробах поверхностных вод. Данная группа микроорганизмов, участвуют в процессах деструкции сложных органических веществ и использующие для своего существования нефть и ее дериваты. По результатам проведенных микробиологических анализов (Табл.), установлено, что количество нефтеокисляющих бактерий в водах изменяется в широких пределах (130-18220 кл/мл). Максимальные значения характерны для малых водотоков и рек, берущих начало в болотных системах, что, скорее всего, обусловлено природными процессами, связанными с поступлением аллохтонного органического вещества (в

том числе и углеводов), образующегося при разложении высшей наземной растительности и поступающих с поверхностным стоком [2]. Высокие содержания нефтеокисляющих микроорганизмов также характерны для проб, отобранных из рек, протекающих вблизи трасс, в непосредственной близости к кустовым площадкам и населенным территориям.

Условно принято, что в чистых водах содержание нефтеокисляющих микроорганизмов не должно превышать 500 кл/мл [1]. Установлено, что практически все исследуемые воды подвержены нефтяному загрязнению как природного, так и антропогенного происхождения. К наиболее загрязненным территориям относятся бассейны рек Пур и Таз, где идет интенсивная добыча углеводов.

На основе полученных данных по микробиологическому составу речных вод была выполнена оценка их экологического состояния, основанная на количественных характеристиках изученных физиологических групп микроорганизмов. Так, по количеству сапрофитных бактерий, обнаруженных в водах, можно судить о процессах, протекающих в водоеме, а также о его санитарном режиме, поскольку их число зависит от концентрации органических веществ в воде [3, 6]. Установлено, что поверхностные воды бассейна р. Таз относятся к умеренно-грязным и грязным (притоки р. Таз). Воды рек бассейна р. Пур, практически все являются грязными; проба, отобранная в левом притоке р. Надым (р. Маханяд Пусьяха) характеризуется как умеренно-загрязненная, а в правом притоке (р. Тьяха) – загрязненная, что свидетельствует о более освоенной человеком территории. Воды бассейна р. Обь относятся к умеренно-загрязненным.

По соотношению численности олиготрофов и сапрофитов (индекс олиготрофности) можно судить о степени обогащенности водной среды азотсодержащим органическим веществом и его минерализованности. При значении индекса олиготрофности, меньше или равно единице, можно сделать вывод о том, что в воды подвержены загрязнению органическим веществом, а его аккумуляция в водах свидетельствует о низком потенциале к самоочищению данного объекта. При значении индекса олиготрофности больше единицы предполагается, что в водах преобладают процессы минерализации органического вещества и, как следствие, самоочищение водного объекта [5]. Для всех исследуемых вод был рассчитан индекс олиготрофности, представленный в таблице. В большинстве речных вод количество олиготрофов превышает количество сапрофитов, следовательно, практически для всех исследуемых вод индекс олиготрофности больше единицы и имеет довольно высокое значение, что свидетельствует о преобладании процессов трансформации органических веществ. Вместе с тем в пробах № 988, №1026 значения индекса олиготрофности меньше единицы, что свидетельствует о преобладании процессов аккумуляции органического вещества в данных водных объектах.

По результатам проведенных микробиологических анализов речных вод можно сделать вывод о том, что исследуемые воды, отобранные вблизи населенных пунктов, содержат повышенные содержания азотсодержащих органических веществ, источником которого, как правило, являются сточные воды. В речных водах, относящихся к водосборным бассейнам р. Пур и р. Таз, на территориях которых ведется активная добыча углеводов, также отмечено наличие нефтяного загрязнения. Несмотря на то, что речные воды ЯНАО подвержены антропогенному загрязнению, можно сделать вывод о том, что воды характеризуются высокой способностью к самоочищению.

Авторы выражают благодарность Нине Григорьевне Наливайко, незаменимому микробиологу Проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии Инженерной школы природных ресурсов ТПУ за проведение аналитических и консультационных работ.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 20-77-10084.

Литература

1. Горленко, В.М. Экология водных микроорганизмов / В.М. Горленко, Г.А. Дубинина, С.И. Кузнецов. – М.: Наука, 1977. – 288 с.
2. Индивидуальные органические соединения нефти как индикаторы техногенного нефтяного загрязнения водной среды / М.Г. Кульков, В.Ю. Артамонов, Ю.В. Коржов, В.В. Углев // Известия Томского политехнического университета. – 2018. – Т. 317. – № 1. – С. 195–200.
3. Наливайко, Н.Г. Руководство к практическим занятиям по микробиологии воды: учебное пособие / Н.Г. Наливайко. – Т.: Изд-во ТПУ, 2010. – 114 с.
4. Экология микроорганизмов: Учеб. для студ. вузов / А.И. Нетрусов, Е.А. Бонч-Осмоловская, В.М. Горленко и др; Под ред. А.И. Нетрусова. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 272 с.
5. Романенко, В.И. Микробиологические процессы продукции и деструкции органического вещества во внутренних водоемах / В.И. Романенко. – Л.: Наука, 1985. – 295 с.
6. Таубе, П.Р., Баранова, А.Г. Химия и микробиология воды / П.Р. Таубе, А.Г. Баранова. – М.: Высшая школа, 1983. – 280 с.

ОЦЕНКА ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Казакова К.И.

Научный руководитель - профессор Л.А. Строкова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Определение деформационных характеристик грунтов сопряжено с необходимостью отбора монолитов, которые не всегда получается отобрать в ходе изысканий, поэтому интересно узнать о возможности определения

модуля деформации по характеристикам, для которых не требуется соблюдение сохранения структуры и сложения грунта при отборе.

Цель работы: установление взаимосвязей между деформационными характеристиками грунтов и их составом, состоянием, физическими свойствами.

Анализ проводился с помощью многофакторного регрессионного анализа в MS Excel по данным изысканий на площадке строительства, полученных автором во время производственной практики в ООО "Геотехника" г. Кемерово летом 2020 г.

Характеристика объекта исследования. Рельеф города имеет увалисто-равнинный характер, для него характерны широкие плоские водоразделы, длинные склоны. Склоны и поверхности водоразделов слабо расчленены пологими мелкими руслами ручьев, долинами сухих логов, балок. Речные долины обычно хорошо разработаны, равнинного типа, с выпуклыми склонами, широкими заболоченными днищами, по которым меандрируют русла рек. Участок, на котором расположена исследуемая площадка, имеет спокойный и равнинный рельеф, абсолютные отметки поверхности земли составляют 176,49 – 178,0 м.

Территория характеризуется резко континентальным климатом со значительными годовыми и суточными колебаниями температур. Для зимы характерны сильные морозы, обусловленные ночным выхолаживанием при ясной антициклональной погоде и стоком холодного воздуха в пониженные формы рельефа. Средняя многолетняя температура воздуха в январе составляет (-17,9°), в июле – (+19,0°). Среднегодовая температура воздуха – (0,8°). Нормативная глубина промерзания для суглинков – 185 см, для крупнообломочных грунтов 273 см [5].

Исследуемая площадка находится в Ленинском районе г. Кемерово на пересечении проспекта Химиков и ул. Волгоградской. Для проектируемого на площадке строительства здания прокуратуры и гаража было пробурено 11 скважин глубиной до 30 м и диаметром до 160 мм, отобрано 142 монолита грунта.

Инженерно-геологический разрез объекта представлен следующими грунтами: насыпной грунт (ИГЭ 1); суглинок легкий пылеватый, полутвердый, просадочный (ИГЭ 4а); суглинок легкий пылеватый тугопластичный, непросадочный (ИГЭ 4б); суглинок легкий пылеватый, тугопластичный (ИГЭ 4в); суглинок легкий пылеватый, мягкопластичный (ИГЭ 4г); суглинок тяжелый пылеватый, твердый (ИГЭ 5а); суглинок легкий пылеватый, полутвердый (ИГЭ 5б); глина легкая пылеватая, твердая (ИГЭ 7).

С помощью пакета «Анализ данных» в MS Excel используя описательную и регрессионную статистики были получены коэффициенты переменных, по которым выводились уравнения для прогнозирования модуля деформации. По полученным данным из статистики было определено качество регрессионного анализа и проведена проверка значимости уравнений на основании уровня значимости α и коэффициента детерминации R^2 , в ходе которой была определена степень адекватности уравнений [1, 4]. В ИГЭ 4а установлена зависимость от показателя текучести в водонасыщенном состоянии $I_{L(e)}$, плотности в водонасыщенном состоянии $\rho_{(e)}$, плотности сухого грунта ρ_d , пористости n и коэффициента пористости e . В ИГЭ 4б от гранулометрического состава размером фракций 0,01-0,002 $f_{0,01-0,002}$, показателя текучести в водонасыщенном состоянии $I_{L(e)}$, плотности в естественном состоянии ρ . В ИГЭ 4в от показателя текучести в водонасыщенном состоянии $I_{L(e)}$, плотности в естественном состоянии ρ и коэффициента пористости e . В ИГЭ 4г зависимой представлена только одна переменная – показатель текучести в водонасыщенном состоянии $I_{L(e)}$, остальные незначимые. В ИГЭ 5а установлена связь от гранулометрического состава размером фракций 0,25-0,1 $f_{0,25-0,1}$ и от показателя текучести в естественном I_L и водонасыщенном состоянии $I_{L(e)}$. В ИГЭ 5б зависимыми переменными оказались показатель текучести в естественном I_L и водонасыщенном состоянии $I_{L(e)}$. В ИГЭ 7 – гранулометрический состав размером фракций $<0,002 f_{<0,002}$ и число пластичности I_p .

В результате проведения статистической оценки получены следующие уравнения:

Для ИГЭ 4а: $E = -8,89 - 2,98(I_{L(e)}) - 5,10(\rho_{(e)}) + 12,72(\rho_d) + 0,06(n) + 3,29(e)$ – степень надежности 99%;

Для ИГЭ 4б: $E = -0,84 - 0,07(f_{0,01-0,002}) - 3,42(I_{L(e)}) + 4,43(\rho)$ – степень надежности 95%;

Для ИГЭ 4в: $E = -46,29 - 3,13(I_{L(e)}) + 29,45(\rho) - 4,83(e)$ – степень надежности 95%;

Для ИГЭ 4г: $E = 3,95 - 1,16(I_{L(e)})$ – степень надежности 90%;

Для ИГЭ 5а: $E = 5,22 + 0,76(f_{0,25-0,1}) - 6,29(I_L) - 4,10(I_{L(e)})$ – степень надежности 99%;

Для ИГЭ 5б: $E = 8,06 - 6,63(I_L) - 2,25(I_{L(e)})$ – степень надежности 99%;

Для ИГЭ 7: $E = -26,29 - 0,95(f_{<0,002}) + 369,28(I_p)$ – степень надежности 99%.

Был проведен многофакторный регрессионный анализ и получены уравнения модуля деформации от физических свойств, гранулометрического состава и статистический анализ о пригодности полученных уравнений. С помощью полученных уравнений возможно прогнозирование модуля деформации по данным физических свойств, данные уравнения имеют высокую значимость.

Литература

1. Бараз В. Р., Пегашкин В. Ф. Использование MS Excel для анализа статистических данных. – Нижний Тагил: НТИ (филиал) УрФУ, 2014. – 181 с.
2. ГОСТ 12248-2010 Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости, 2010г.
3. ГОСТ 20276-2012 Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости, 2012 г.
4. Савицкая Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия. Минск: ООО «Новое знание», 2000, 688 с.
5. Технический отчет по инженерно-геологическим изысканиям. Объект: «Административное здание прокуратуры Кемеровской области - Кузбасса» по адресу: Кемеровская область, г. Кемерово, восточнее пересечения просп. Химиков и ул. Волгоградской», 83-20-ИГИ, ООО «Геотехника», г. Кемерово 2020г.

ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД СОЛИКАМСКОЙ ВПАДИНЫ
Казанцева А.С.

Пермский федеральный исследовательский центр УрО РАН, г. Кунгур, Россия

Предлагаются результаты годового исследования изотопного состава подземных вод Соликамской впадины, полученные в 2017-2018 гг. Соликамская впадина занимает центральное положение в структуре Предуральяского краевого прогиба, имеет протяженность с севера на юг более 250 км, а с запада на восток – около 60 км. С севера впадина ограничена Колвинской седловиной, с юга – Косьювско-Чусовской [3]. Данные исследования в своей методологической направленности развивают гидрогеохимические подходы к решению вопросов генезиса подземных вод, а также необходимы для эффективной оценки ресурсов, динамики изменения качества и состава подземных вод на территории Пермского края.

Целью данной работы является установление изменения изотопного состава подземных вод Соликамской впадины по сезонам года и проведение сравнительного анализа изотопного состава подземных вод исследуемой территории с прилегающими участками.

Пробы воды на изотопный анализ отбирались в северной части Соликамской впадины ежемесячно в течение года (весна 2017 г. – весна 2018 г.). Дополнительно производили отбор атмосферных осадков (с. Искор Чердынский район 60°39'1" с.ш.; 56°42'22" в.д.; высота 150 м н.у.м.) и вод поверхностного руслового стока (р. Колва). Изотопный анализ кислорода ($\delta^{18}\text{O}$) и водорода ($\delta^2\text{H}$) в пробах атмосферных осадков проводился в Австрии в Инсбрукском университете на масс-спектрометре L-2130-i. Результаты обрабатывались статистически и нормализовались относительно стандарта V-SMOW при средней аналитической погрешности измерений $\delta^{18}\text{O} \pm 0,1\%$, $\delta^2\text{H} \pm 0,4$.

В районе исследований широко развиты карбонатно-сульфатные породы. Воды изученных источников приурочены к водоносной соликамской терригенно-карбонатной свите (P1slk; ист. Параскевы Пятницы (2 на рис. 1а)) и разгружаются на контакте соликамской терригенно-карбонатной свиты и четвертичного аллювиального горизонта (P1slk/aQ; ист. Покчинский (1), ист. Вильгортский (3)). Изотопный состав вод источников изменяется по $\delta^{18}\text{O}$ от -14,2‰ до -16,3‰ и по $\delta^2\text{H}$ от -107,5‰ до -119,4‰ (рис. 1б). Анализ изотопного состава подземных вод показывает сезонные изменения с облегчением состава в весенний период ($\delta^{18}\text{O} = -15,4\text{‰} \div -15,6\text{‰}$ и $\delta^2\text{H} = -111,0\text{‰} \div -115,0\text{‰}$), утяжелением в летний ($\delta^{18}\text{O} = -14,9\text{‰} \div -15,0\text{‰}$ и $\delta^2\text{H} = -108,7\text{‰} \div -110,3\text{‰}$). Такое соотношение изменения изотопного состава соответствует нормальному распределению и указывает на атмосферное питание подземных вод. Концентрация дейтерия и кислорода-18 в подземных водах несколько легче средневзвешенного состава атмосферных осадков ($\delta^{18}\text{O} = -14,7\text{‰}$ и $\delta^2\text{H} = -108,3\text{‰}$; рис. 1в) и облегчение вод происходит весной. Это указывает на то, что основная доля в питании подземных вод Соликамской впадины принадлежит зимне-весенним осадкам. Утяжеление изотопного состава источников Покчинский и Параскевы Пятницы (рис. 1в) выявлено в летние месяцы, когда на них повлияли изотопно тяжелый осадки этого периода в период сильных дождей. За два месяца (июль и август) 2017 г. выпало около 37% годовой нормы.

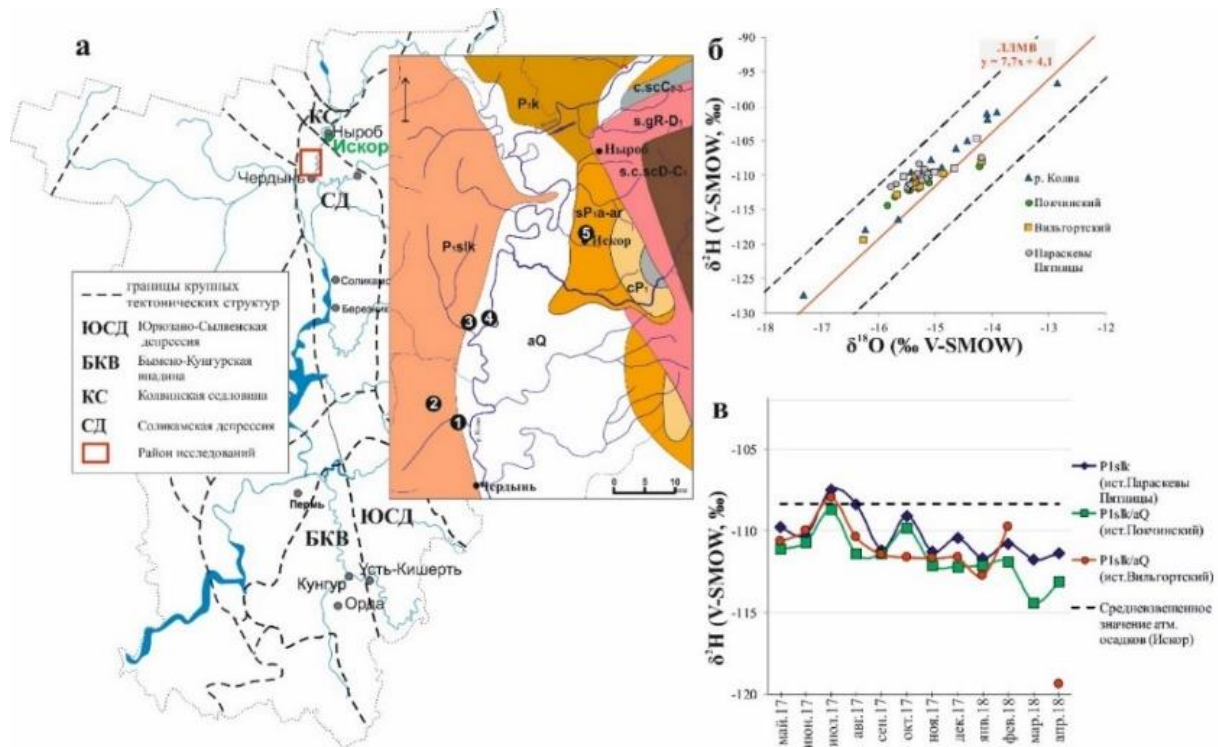


Рис. 1. Геолого-тектоническое строение района исследований (а) и изотопный состав водоявлений (б, в)

Оценена связь изотопных составов источников с атмосферными осадками и водами поверхностного руслового стока. Между изотопными составами ($\delta^2\text{H}$) осадков и водами источников Вильгортский и Параскевы Пятницы статистически значимой корреляционной взаимосвязи не выявлено ($r_s = 0,47-0,52$, $r_{s,0,05} = 0,58$, $n = 12$), а с изотопным составом вод Покчинского источника имеет среднюю силу связи ($r_s = 0,59$, $r_{s,0,05} = 0,58$, $n = 12$). Для того, чтобы атмосферные осадки поступили в водоносный горизонт требуется некоторое время, что подтверждается статистическими методами. Корреляция между изотопными составами источника Параскевы Пятницы и атмосферными осадками становится меньше при сдвиге серии подземных вод один месяц вперед относительно серии проб атмосферных осадков ($r_s = 0,50$, $r_{s,0,05} = 0,60$, $n = 11$). При этом, между изотопными составами атмосферных осадков и Покчинского источника взаимосвязь становится сильной ($r_s = 0,70$, $r_{s,0,05} = 0,60$, $n = 11$), а с изотопным составом Вильгортского источника увеличивается, но остается статистически незначимой ($r_s = 0,58$, $r_{s,0,05} = 0,60$, $n = 11$). Однако, в осенний период (октябрь) прослеживается изменение изотопного состава подземных вод на изменение изотопного состава атмосферных осадков через два месяца их выпадения (за исключением Вильгортского источника), в зимний период (декабрь) – через один месяц, в феврале – через три месяца. То есть выявлена небольшое опоздание в 1-3 месяца во времени поступлении атмосферных вод в водоносный горизонт. Низкая корреляционная зависимость между изотопными составами также указывает на то, что атмосферные осадки не единственный источник питания. Как установлено по изменению химического состава источников [1], питание происходит за счет разгрузки вод из нижележащих отложений. Между составами подземных вод и вод поверхностного руслового стока (р. Колва) взаимосвязи не установлено ($r_s = 0,33-0,55$, $r_{s,0,05} = 0,58$, $n = 12$).

Изотопный состав осадков напрямую зависит от климатических условий (температура воздуха) и изменяется в соответствии с экваториально-полярным эффектом, при котором происходит облегчение изотопного состава осадков, возникающие за счет постоянно пониженных температур воздуха в приполярных областях, и утяжеление состава за счет повышенных температур в экваториальных частях. Поскольку атмосферные осадки являются одним из основных источников питания подземных вод зоны активного водообмена, поэтому их состав напрямую влияет на состав подземных вод и, соответственно, изотопный состав подземных вод также должен изменяться соответственно широтной зональности.

Изотопный состав атмосферных осадков на территории Пермского края изменяется в широтном направлении утяжеляясь с севера на юг [2]. Данные по изотопному составу водопоявлений Соликамской впадины, Юрюзано-Сылвенской депрессии и Бымско-Кунгурской впадины в пределах Пермского края позволил определить средние показатели изотопного состава подземных вод, сосредоточенных в нижнепермских отложениях и впервые установить широтную зональность изменения состава подземных вод с севера на юг. Для Соликамской впадины средние значения изотопного состава – $\delta^{18}\text{O} = -15,3 \pm 0,07\text{‰}$ и $\delta^2\text{H} = -111,1 \pm 0,34\text{‰}$ (1σ), для Юрюзано-Сылвенской депрессии и Бымско-Кунгурской впадины – $\delta^{18}\text{O} = -14,5 \pm 0,06\text{‰}$ и $\delta^2\text{H} = -106,4 \pm 0,29\text{‰}$ (1σ). Распределение изотопных параметров подземных вод, также как изменение изотопных параметров атмосферных осадков, демонстрирует широтную зональность: изотопный состав вод утяжеляется с севера на юг (рис. 2). Такое распределение в основном связано с изменением климатических условий, а также с составом водовмещающих пород.

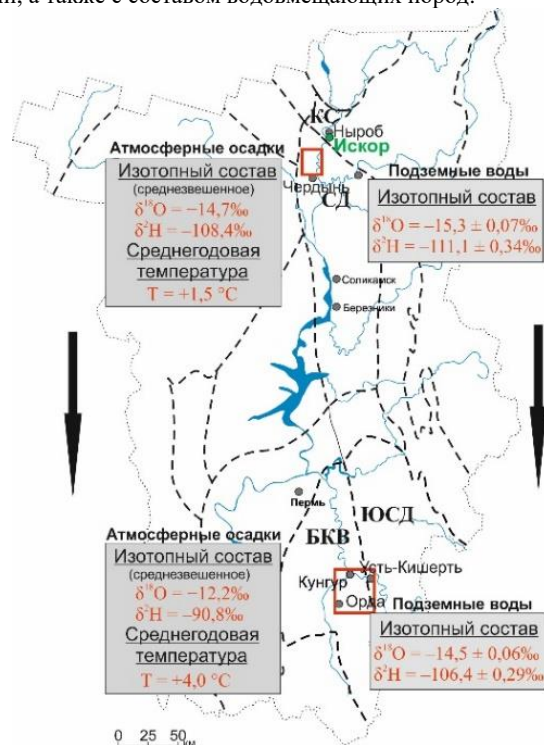


Рис. 2. Широтная зональность изотопного состава подземных вод в пределах Пермского края

Исследование выполнено в рамках Программы ФНИ, проект № 0422-2019-0144-С-02 "Геохимическая и минералогическая эволюция осадконакопления в Соликамском палеобассейне".

Литература

1. Казанцева А. С. Характеристика подземных вод в нижнепермских отложениях Соликамской впадины // Вестник геонаук. – Сыктывкар, 2020. – №8. – С. 18-27. DOI: 10.19110/geov.2020.8.3
2. Казанцева А. С., Кадебская О. И., Дублянский Ю. В., Катаев В. Н. Мониторинг изотопного состава атмосферных осадков на территории Пермского края (предварительные результаты) // Метеорология и гидрология, 2020. №.3 – С. 87-94.
3. Проворов В. М. Тектоника // Минерально-сырьевые ресурсы Пермского края. Пермь, 2006. С. 63-74.

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ТЕХНИЧЕСКИХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЯСНОПОЛЯНСКОГО УЧАСТКА
Колотыгин Г.С.**

Научный руководитель старший преподаватель Е.А. Ерофеев
Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, Россия

Настоящие исследования выполнены в рамках дипломного проекта автора публикации, выполняемого по курсу «Поиски и разведка подземных вод». В качестве объекта исследований выбран Яснополянский участок технических подземных вод. Базовыми материалами послужили отчет по геологическому изучению недр (Медведева, 2018) [3] и разведке участка технических подземных вод (Бурковская, 2020) [1]. Целью исследования является авторская переинтерпретация материалов геологоразведочных работ, обоснование применимости различных методов по оценке и моделированию совместимости.

Яснополянский участок технических подземных вод находится в пределах Яснополянского лицензионного участка, расположенного в юго-западной части Оренбургской области. Необходимость добычи технических подземных вод обусловлена потребностью системы поддержания пластового давления одноимённого нефтяного месторождения. Для достижения поставленной цели были проведены детальные геологоразведочные работы, по результатам которых утверждены запасы технических подземных вод по категориям С₁ и В.

Геологический разрез Яснополянского участка технических подземных вод изучен по результатам бурения водозаборных скважин до глубин 150 м. В геологическом строении принимают участие терригенные отложения верхнеплиоценового возраста, перекрытые четвертичными глинистыми образованиями. Плиоценовые отложения выполняют эрозионную палеодолину р. Кинделя.

Объектом гидрогеологического изучения является водоносный верхнеплиоценовый терригенный комплекс (N³₂), приуроченный к одновозрастным отложениям, сложенный песками с галькой, глинами, прослоями алевроитов и песчаников. Водовмещающими породами являются пески и гравийные отложения. Кровля комплекса залегает на глубинах 22–68 м, а мощность (по действующим водозаборным скважинам) составляет 42 метра. Водообильность хорошая, водосодержащие породы малоглинистые, состав относительно однородный.

В качестве базовых расчетных методов использованы методики основанные на положениях теории Дебая-Гюккеля: методика Оддо и Томпсона [4], Кашавцева [2], Ланжелъе, а также методы нормативных руководящих документов [6] и [7].

Подземные воды верхнеплиоценового водоносного комплекса являются пресными гидрокарбонатно-натриевого состава с минерализацией до 0,7 г/дм³, мягкие, со слабощелочной реакцией среды (рН 8,1), натрий-хлорный коэффициент (rNa/rCl) - 2,32 и сульфатность (rSO₄·100/rCl) – 56,45. Воды не насыщены по сульфатам, с тенденцией солеобразования карбоната кальция.

Пластовые воды заводняемого объекта являются крепкими рассолами хлоридно-кальциевого состава с минерализацией порядка 209 г/дм³, очень жесткие, с кислой реакцией среды (рН 3.5), обуславливающей высокую коррозионную активность вод, натрий-хлорный коэффициент (rNa/rCl) - 0,9 и сульфатность (rSO₄·100/rCl) – 1,16. Воды перенасыщены по гипсу и карбонату кальция.

Результаты моделирования позволяют сделать следующие выводы:

- Оценка индекса стабильности Ланжелъе (LSI) указывает на высокую агрессивность смеси вод по отношению к металлам при преобладании доли пластовых вод, и склонность к образованию накипей в случае преобладания в смеси подземных вод;
- Расчет возможности гипсообразования выполненный по методике Панова [5] при помощи коэффициента пересыщения (J) CaSO₄, говорит об отсутствии тенденции образования осадка сульфата кальция (Рис. 1);
- Результаты моделирования по методике Оддо и Томпсона [4] (для термобарических условий Т=50 С, Р – 20 МПа), подтверждают дефицит содержания сульфатов в смеси – выпадение осадков сульфатов кальция и магния не прогнозируется;
- Количественная оценка осадка сульфата кальция по методике [7] также показывает дефицит насыщения (Рис. 3);
- На основании положений из теории Дебая-Гюккеля также выполнена оценка содержания карбоната кальция (индекс насыщения Scaso₃) – методика [4] (Рис. 2). Воды перенасыщены по карбонату кальция;
- Расчет по методике [6] показал, что максимально возможное количество осадка карбоната кальция не превысит 20 мг/дм³. Следовательно, по указанному показателю воды являются условно-стабильными.

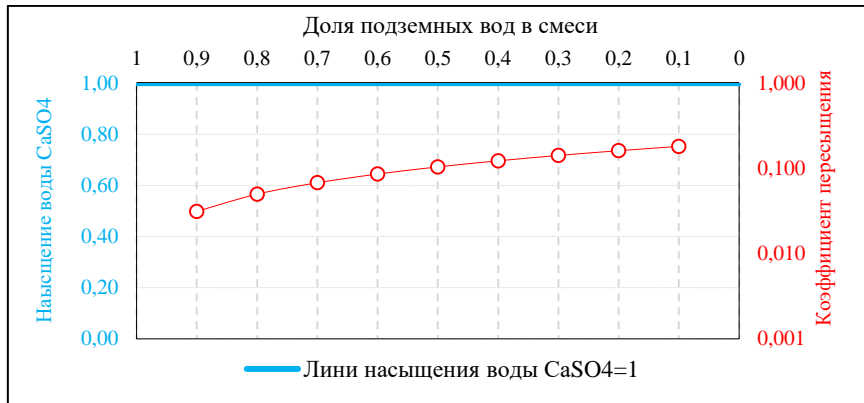


Рис. 1 Моделирование совместности смеси вод по методике Панова [5]

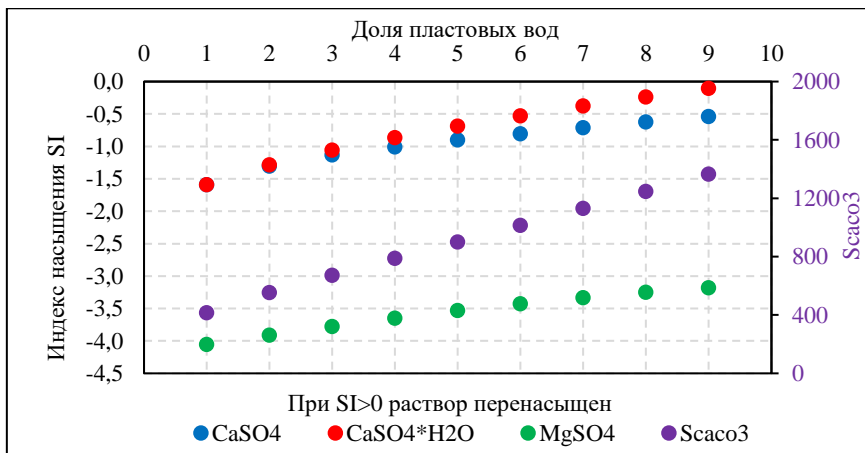


Рис. 2 Результаты моделирования по методике Оддо и Томпсона [4]

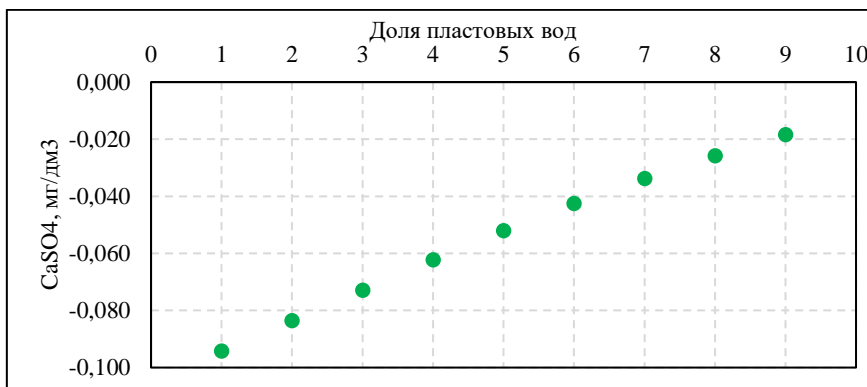


Рис. 3 Количественная оценка осадка сульфата кальция по методике [7]

Вывод. В результате выполненных исследований при помощи привлечения разных методических подходов (как нормативных отечественных, так и зарубежных) к оценке и моделированию совместности смесей подземных вод, были получены сопоставимые выводы о характере и тенденциях солеобразования. Практическая применимость методов и простота расчетов, позволяют говорить о необходимости и целесообразности комплексного подхода и использования различных гидрохимических методов при решении практических задач связанных с обоснованием источников водоснабжения для целей поддержания пластового давления.

Литература

1. Бурковская А.В. и др. Разведка Яснополянского-1 участка технических подземных вод, используемых для технологического обеспечения водой объектов Яснополянского нефтяного месторождения в пределах Яснополянского лицензионного участка (подсчет запасов на 03.03.2020). - Пермь: 2020.

2. Кашавцев В.Е., Мищенко И.Т. Прогнозирование и контроль солеотложений при добыче нефти: Учебное пособие. - М.: Изд-во "Нефть и газ" РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2001. - 134 с.
3. Медведева Л.А. и др. Отчет геологического изучения недр с целью организации добычи подземных вод, используемых для обеспечения водой объектов Яснополянского месторождения. - Оренбург: 2018.
4. Odde J.E and Tomson M.B Simplified calculation of CaCO₃ saturation at higt Temperatures and pressures in brine solution // Petroleum Technology J. - Vol. 34. 1982. - P. 83-90. - 1982.
5. Панов, В.А Оценка склонности пластовых вод к отложению гипса в нефтепромысловом оборудовании / В.А. Панов, А.А. Емков, Г.Н. Позднышев // Нефтяное хозяйство. - 1980 г. - №2. - С. 39-40.
6. РД 39-30-1214-84. Методика определения карбонатной совместимости вод нефтяных месторождений Волго-Уральского района (для условий сбора, подготовки и утилизации промысловых вод). - 1984. - 36 с.
7. РД 39-0147103-302-88. Руководство по применению технологии очистки нефтепромысловых сточных вод с использованием химвагентов. - Уфа: 1987. - 28 с.

ТРЕЩИНОВАТОСТЬ КАК ФАКТОР, ВЛИЯЮЩИЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ГРОТОВ И ГАЛЕРЕЙ КУНГУРСКОЙ ЛЕДЯНОЙ ПЕЩЕРЫ

Красиков А.В.

Пермский федеральный исследовательский центр УрО РАН, г. Кунгур, Россия

В настоящее время происходит активное развитие сульфатного карста в пределах массива Ледяная гора, что подтверждается обвалоопасными процессами, зафиксированными в Кунгурской Ледяной пещере (КЛП), а также наблюдением за растворением горных пород, процессами гидратации и развитием трещин. Трещиноватость во многом определяет и объясняет неоднородность массива, а также широкий диапазон изменения инженерно-геологических свойств пород даже на ограниченном участке. В зонах повышенной трещиноватости интенсивней выражены процессы гипергенеза и обвалообразования.

Трещиноватость является важным фактором, влияющим на устойчивость кровли и стен в карстовых полостях. Оценка данного фактора является одной из главных задач для обеспечения безопасного использования подземного объекта (КЛП). При помощи тахеометрической съемки в пределах гротов и проходов Кунгурской Ледяной пещеры (экскурсионная часть) было закартировано 5920 трещин, общей длиной более 22,5 км. Замеры трещин производились путем инструментальной съемки при помощи электронных тахеометров Leica FlexLine TS03 и Sokkia CX106 и лазерного дальномера Leica DISTO X310m. Для большей точности измерений первичные точки замеров в пещере привязывались к абсолютным отметкам уже существующей опорно-маркшейдерской сетью. Погрешность измерений составила не более 10 мм.

Тектонические трещины широко распределяются по всей площади пещеры и представлены во всех слоях ледянопещерской пачки, а также в нижней части неволинской пачки. По общему количеству трещин данного типа уступают внутрипластовым 28% (1707 шт) против 53% (3084 шт), от общего количества трещин, но значительно превышают по общей протяженности 58,9% (13.331 км), против 33,5% (7,656 км). Данный тип является определяющим в формировании морфологии гротов и галерей. Их видимая протяженность достигает до 50 м, по степени открытости в большинстве случаев являются закрытыми, но встречаются трещины, заполненные вторичным гипсом, глинисто-доломитным материалом. Они прослеживаются в сводовой части, в стенках гротов и проходов, формируя две ортогональные системы С (345°-10°) и СВ (60°-75°), а также широтную систему СЗ (280-300°), что совпадает с ранее полученными данными [1,2].

Внутрипластовые трещины прослеживаются повсеместно по периметру сводовой части и в стенках грота и проходах пещеры. Их размеры составляют в среднем 6-10 м, максимум до 18-20 м. Большая часть внутрипластовых трещин имеет такие же системы азимутов, как и тектонические. Также очень часто секут их под острыми углами в 45-60°. Внутрипластовые трещины представлены не только единичными трещинами, а также четко выделенными системами, которые четко выражены в гроте Вышка, Великан, Геологов, Длинный. По степени раскрытия преобладают трещины закрытые (залеченные гипсом), но и встречаются трещины с величиной открытия до 0,2 м. Углы падения трещин варьируют от острых до субвертикальных.

Трещины отрыва и отслаивания – тип трещин, которые составляют 12% (690 шт) от всего количества картированных трещин и 5.8% (1.324 км) от общей протяженности. Трещины, выделенные на участках, имеют разные углы наклона, которые варьируют от 5-10° до 30°, присутствуют как закрытые трещины, так и открытые, величина раскрытия таких трещин до 50 см. Размеры трещин отрыва варьируют от 0,5 до 12 м. По своей природе некоторые из них имеют сложную форму. Азимуты данного типа трещин часто совпадают с азимутами предыдущих типов трещин, иногда секут их перпендикулярно.

Трещины гидратации, растворения и растяжения распространены в гротах Данте, Крестовый, Руины, Хлебниковых, Дружбы Народов, Великане, Геологов. По общему количеству трещин 8% (439 шт) и протяженности 1,8% (0,4 км) занимают последнее место среди всех типов трещин. Не имеют четких систем трещин, но видно, что часто эти типы имеют унаследованную структуру и азимуты от более крупных типов трещин (тектонических, внутрипластовых). Гидратационные «трещины» и трещины растворения представляют собой трещины в ангидрите, стенки которых залечены вторичным гипсом на глубину от 2-3 до 35-40 см. По степени открытости большинство из них закрыты, но есть вторично раскрытые (трещины, которые уже были залечены гипсом и подверглись процессам растворения (до 2-4 см)). Трещины растворения обычно всегда представлены без заполнителя, развиты, в основном, в ангидритовой породе. Трещины растяжения представляют собой мелкие трещины, развитые вдоль крупных трещин или систем трещин, складок и флексуобразных изгибов, зон дробления. Обычно их протяженность не превышает 1

м. Трещины растяжения не пересекают крупные типы трещин (тектонических, внутрипластовых) и являются оперяющими к ним.

Процессы обвалообразования негативно влияют на устойчивость кровли и стен гротов в КЛП. В рамках геологического мониторинга обрушения в пещере с 1929 по 2003 г фиксировались визуально, а с 2003 г. по данным постоянно действующего сейсмомониторинга на станции, установленной в пещере в гроте Смелых геофизической службой РАН. Общее количество обвалов, зафиксированное в пределах экскурсионной части пещеры – 139. Наиболее крупные обвалы зафиксированы в гротах Вышка – 40 тонн (2003 г.), Дружбы Народов – 73 тонны (2010 г.), Великан – 15 тонн (2010 г.).

Для оценки зависимости между трещиноватостью (раздробленностью и неоднородностью массива) и процессами обвалообразования была построена карта линейной тектонической трещиноватости (наиболее крупный генетически тип (рис.)).

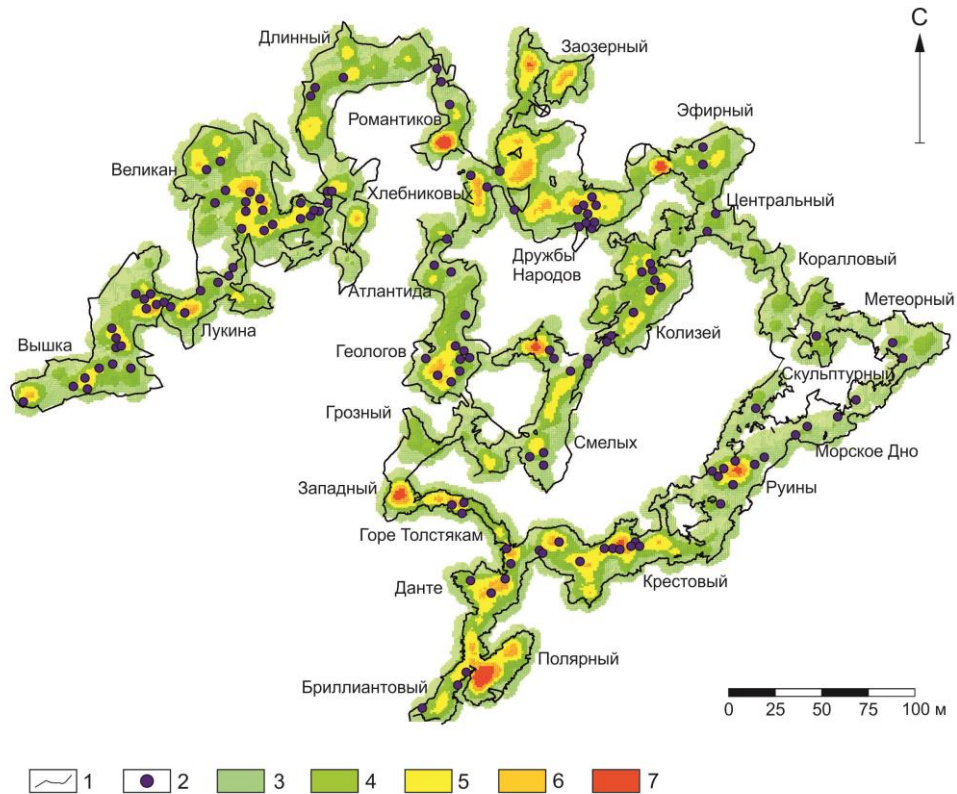


Рис. Карта линейной плотности тектонических трещин КЛП и места обвалов в гротах: 1 – контур пещеры; 2 – место обрушения; 3-7 плотность тектонических трещин (3 – от 1 до 300 м/км²; 4 – от 300 до 600 м/км²; 5 – от 600 до 900 м/км²; 6 – от 900 до 1200 м/км²; 7 – от 1200 м/км² и более;

В результате работ была было закартировано более 21 км трещин, выделены основные генетические типы трещин и построена карта линейной плотности тектонических трещин.

Было выявлено, что большинство обвалов происходят на участках с высокой линейной плотностью тектонической трещиноватости, что хорошо видно на рис. Распределение обвалов по гротам часто совпадает с ориентировкой систем тектонических трещин. На некоторых участках с высокой трещиноватостью отсутствуют обвалы, что возможно связано с микроклиматическими параметрами (грот Западный расположен в зоне постоянных отрицательных температур), составом пород (гроты Мокрая Кочка и Романтиков заложены в массивных ангидритах ледянопещерской пачки), и морфометрическими показателями (грот Романтиков).

В гротах с низкой плотностью тектонической трещиноватости (грот Метеорный), где зафиксированы обвалы, на процессы обвалообразования, и устойчивость в целом, могут влиять не только трещиноватость, но и ряд других факторов: микроклиматические параметры, физико-механическими свойствами пород, состав пород, их обводненность и антропогенный фактор.

Литература

1. Катаев В.Н. Структурно-тектонические условия формирования Кунгурской пещеры // Пещеры. Итоги исследования: Межвуз. сб. науч. тр. Пермь, 1993. Вып. 23-24. С 121-130.
2. Кунгурская Ледяная пещера: опыт режимных наблюдений. Под ред. В.Н. Дублянского. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. 375 с.

**ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НИВЕНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
КАЛИЙНО-МАГНИЕВЫХ СОЛЕЙ**

Леонова А.М.

Научный руководитель доцент Е.Н. Леонтьева

Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

Наличие нескольких месторождений солей в Калининградской области открывает новые экономические перспективы для региона. Наиболее изученным на данный момент является Нивенское месторождение калийно-магниевого солей, на базе которого проектируется строительство предприятия по производству бесхлорных минеральных удобрений на основе калия и магния. Такие удобрения используются для возделывания особо ценных сельскохозяйственных культур по всему миру, при этом цена удобрений довольно высока, что связано со спецификой производства [3].

Месторождение входит в состав Калининградско-Гданьского соленосного бассейна. Основной рудоносной толщей является пачка 2 прегольской свиты, которая представлена ритмичным чередованием каменной и калийно-магниевого солей различного минерального состава. Калиеносная зона перекрывается и подстилается зонами каменной соли. В основании всей соленосной толщи залегают ангидритовые породы, местами обогащенные полигалитом [2].

Сложности разработки месторождений солей связаны с их растворимостью и, как следствие, с необходимостью защиты горных выработок от проникновения пресных или слабоминерализованных вод. Мировой опыт эксплуатации месторождений растворимых руд показывает, что несмотря на меры безопасности, часто встречаются случаи аварийного затопления горных выработок.

Растворение соляных пород при аварийных прорывах пресных вод может приводить к оседанию дневной поверхности и формированию провалов. Для предотвращения негативных последствий при разработке месторождений солей необходимо ведение горных работ с учетом гидрогеологических условий.

Исследуемая территория располагается в пределах Польско-Литовского гидрогеологического района, где в геологическом строении принимают участие раннепротерозойские образования фундамента и породы осадочного чехла, представленные отложениями кембрийской, ордовикской, силурийской, пермской, триасовой, юрской, меловой и четвертичной систем, общей мощностью порядка 2500 м [1].

В литологическом составе пород в разрезе преобладают глинистые и песчаные разности. Соленосные толщи приурочены к отложениям пермского возраста и залегают на глубинах от 1050 до 1150 м [2].

Согласно условиям формирования подземных вод, а также характеру водообмена, в гидрогеологическом разрезе выделяют три этажа: верхнепалеозойско-кайнозойский, среднепалеозойский и протерозойско-нижнепалеозойский, разделенные мощными региональными водоупорами.

Наиболее изученным является верхний – верхнепалеозойско-кайнозойский этаж, сложенный породами четвертичной, неогеновой, палеогеновой, меловой и юрской систем, а также верхней части разреза верхнепермских отложений. Общая мощность 580-600 м. В гидродинамическом плане верхнепалеозойско-кайнозойский этаж охватывает зону активного водообмена.

Подземные воды этажа до глубины 130 м пресные, с глубиной переходящие в солоноватые и слабосоленые с минерализацией до 26 г/дм³. Воды, начиная с глубины около 310 м и до пермских соленосных отложений, имеют схожий хлоридно-натриевый состав.

Величина напоров от 4,9 до 710 м. Горизонты разделены между собой относительными водоупорами небольшой мощности.

Нерасчлененный комплекс терригенных пород нямунаской-таурагской свит рассматривается как нижняя глинистая толща нижнего триаса. Совместно с надсолевой терригенно-эвапоритовой толщей и верхней галитовой пачкой нерасчлененный комплекс терригенных пород составляет водозащитную толщу. Мощность водозащитного слоя в пределах исследуемой территории составляет порядка 600 м.

Питание и разгрузка подземных вод верхнепалеозойско-кайнозойского этажа осуществляется за пределами изучаемого участка. Основной областью питания подземных вод является Балтийская гряда, расположенная на юге области. Главные дренирующие артерии – долины рек Неман и Преголя с их притоками, а также Балтийское море со своими заливами.

Региональным водоупором является толща триасовых глин и пермских галогенных отложений, общая мощность которых достигает 500 м.

Средний – среднепалеозойский – гидрогеологический этаж, соответствующий зоне затрудненного водообмена, объединяет отложения средней и нижней части разреза верхней перми и девона. Кровля этажа в пределах исследуемой территории залегают на глубинах 1000-1100 м, а его мощность составляет 300-800 м. От нижележащего этажа он отделен силурийским водоупорным горизонтом, сложенным в основном аргиллитами и аргиллитоподобными глинами общей мощностью от 600 до 1200 м.

Нижний – протерозойско-нижнепалеозойский – гидрогеологический этаж, охватывающий гидродинамическую зону застойного режима, представлен преимущественно карбонатными отложениями ордовика и терригенными породами кембрия. Кровля этажа соответствует глубинам 1200-2600 м. Его мощность составляет 300-400 м. Нижним водоупором являются породы кристаллического фундамента. Подземные воды представлены в основном метаморфизованными хлоридными кальциевыми рассолами с минерализацией от 200 до 300 г/дм³. Вертикальный водообмен с вышележащими этажами происходит по зонам тектонических нарушений.

Гидрогеологические условия Нивенского месторождения определяются наличием 7 мощных водоносных горизонтов и комплексов. Таким образом, важной задачей является поддержание целостности водозащитной толщи.

Значимой особенностью является специфика гидрогеохимической зональности. В вертикальном разрезе участка работ выделяются зоны пресных, солоноватых, соленых вод и рассолов.

Пресные воды (минерализация менее 1 г/дм³) включают горизонты четвертичных и палеогеновых отложений. Состав гидрокарбонатная кальциево-магниевый.

Солоноватые воды характеризуются минерализацией 1-10 г/дм³. Зона представлена оксфорд-титонским – апт-сеноманским водоносным комплексом верхней юры и нижнего мела. Преимущественный состав хлоридно-натриевый.

Соленые воды характеризуются минерализацией 10-50 г/дм³. Зона соленых вод включает геттанско-батский водоносный горизонт, деймеский и шаркувский водоносные горизонты с минерализацией 17-26 г/дм³. Нижняя граница соленых вод проходит на глубине около 1020 м. По составу это воды хлоридно-натриевые.

Зона рассолов (минерализация – более 50 г/дм³) представлена водоносными горизонтами перми, силура, ордовика и кембрия. Воды хлоридные кальциевые с минерализацией 120-180 г/дм³.

Важно отметить, что граница начала солоноватых вод находится на относительно малой глубине – около 130 м, и залегает ниже средне-среднеолейстоценового водоносного флювиогляциального комплекса. При этом химический состав подземных вод от геттанско-батского водоносного горизонта до шаркувского водоносного горизонта весьма схож: в анионном составе преобладают хлориды и сульфаты, среди катионов основными являются калий, натрий и кальций, минерализация от 17 до 26 г/дм³.

Еще одной гидрогеологической особенностью района работ являются высокие значения напоров подземных вод. Минимальные напоры характерны для водоносных горизонтов, залегающих выше границы соленых вод и составляют от 55 до 60 м. Далее с увеличением глубины напоры увеличиваются до 710 м. Уровень напора выше дневной поверхности наблюдается в геттанско-батском, деймеском и шаркувском водоносных горизонтах.

Значительные напоры водоносных горизонтов являются одной из основных причин высоких отметок границы соленых вод: возможно интенсивное восходящее перетекание высокоминерализованных вод через относительно водоупорные слои.

Другую причину преобладания солоноватых и соленых вод в разрезе зоны активного водообмена стоит искать в истории геологического развития района. Подземные воды геттанско-батского, деймеского и шаркувского водоносных горизонтов формировались в схожих условиях. Осадконакопление происходило в лагунно-морских и субконтинентальных солоновато- и пресноводных бассейнах с накоплением пестро- и красноцветных алевро-глинистых пород [2]. Таким образом, гидрогеологические условия месторождения довольно сложные. Большое количество мощных высоконапорных водоносных горизонтов над соленосной толщей определяют необходимость поддержания целостности водозащитной толщи и важность ведения постоянного гидрогеологического контроля горных выработок.

При этом схожесть химического состава подземных вод большинства водоносных горизонтов над соленосными отложениями является осложняющим фактором при определении генезиса рассолопроявлений в горных выработках.

Литература

1. Строение и условия образования калийно-магниевых солей центральной части Нивенской впадины Калининградско-Гданьского соленосного бассейна / Вишняков А. К., Смышчич А. Д., Панов В. Д., Вафина М. С., Рахматулина Ю. Ш. // Отечественная геология. – 2017. – № 4. – с. 90-97.
2. Лукьянова Н. В. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Центрально-Европейская. Лист N-(34) – Калининград. Объяснительная записка / Лукьянова Н. В., Богданов Ю. Б., Васильева О. В., Варгин Г. П. и др. // – СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2011. – 266 с.
3. Разумович С. В. Анализ экономических перспектив разработки месторождений полиминеральных солей в Калининградской области // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2018. – № 10-2. – с. 64-69.

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ РАЗЛИЧНОГО МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА В ХОДЕ ИХ ЭЛЕКТРООСМОТИЧЕСКОГО ОСУШЕНИЯ

Нестеров Д.С.

Научный руководитель профессор Королёв В.А.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

Обработка электроосмосом является перспективным методом осушения массивов глинистых грунтов и улучшения их инженерно-геологических свойств, таких как плотность и прочность [2]. Возможность протекания электроосмоса в водонасыщенных глинистых грунтах при приложении к ним поля электрического тока обусловлена наличием у их твёрдых частиц некомпенсированного электрического заряда и формированием вокруг них оболочек из ионов-компенсаторов – двойных электрических слоёв (ДЭС) [1-2]. Несмотря на значительный опыт электроосмотического осушения грунтов, накопленный с момента первого применения данной технологии, по-прежнему остаются непрояснёнными закономерности протекания электроосмоса и сопряжённых с ним процессов в глинистых грунтах, а также вызываемого этим преобразования различных их параметров в зависимости от химико-минерального состава глин [4, 6]. В соответствии с этим в настоящем исследовании рассматривалось преобразование параметров состава, строения и свойств глинистых грунтов основных минеральных типов под воздействием электроосмоса в системе, открытой со стороны катода и моделирующей условия электроосмотического осушения грунта.

**СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ И
ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ**

В работе были использованы 5 глинистых грунтов, существенно различающихся по минеральному составу: московский покровный суглинок (70% кварца, 20% полевых шпатов и около 10% глинистых минералов), глуховецкий каолин (70% каолинита, 25% кварца, 5% иллита), биясалинская иллитовая глина (54% минералов группы иллита, 16% кварца, 18% полевых шпатов, 6% каолинита, 3% доломита, 2% гипса), махарадзевский бентонит (100% монтмориллонита), бахчисарайская карбонатная глина (49% кальцита, 23% кварца, 10% смектита, 7% полевых шпатов, 8% иллита, по 1% каолинита, хлорита и цеолита). Физико-химические параметры грунтов возростали в ряду: суглинок < каолин < иллитовая глина < карбонатная глина < бентонит.

Исследуемые грунты подвергались электроосмосу в ячейке открытого типа в виде паст, приготовленных на 0,01 н растворе CaCl₂ при начальной влажности, соответствующей верхнему пределу пластичности W_L. Испытания проводились при постоянной силе тока 10 мА (плотность тока ~32 А/м²) путём постепенного увеличения напряжения по мере протекания опыта. Опыты завершались при превышении напряжением значения 200 В или при невозможности поддерживать требуемую силу тока [1-2]. После окончания обработки каждый образец делили на 5 частей по длине и в каждой части определяли влажность, плотность и плотность скелета грунта, пористость, солесодержание грунта, рН порового раствора, а также электрокинетический (ζ) потенциал частиц грунтов. Эти же параметры определялись и в исходных пастах. Влажность и плотность определялись стандартными методами, плотность скелета и пористость грунта – путём расчёта на их основе [3]. Общее солесодержание грунта определялось в водных вытяжках, а рН его порового раствора – с помощью индикаторной бумаги. Величины ζ-потенциала частиц измерялись с помощью лазерного анализатора наночастиц Horiba SZ-100 [3]. Результаты проведённого исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1

Преобразование параметров глинистых грунтов под воздействием электроосмоса

Грунт	Начальный грунт	Относительное расстояние от анода L/L ₀				
		0,1	0,3	0,5	0,7	0,9
рН						
МПС	6,5	1,7	4	6	10	11,5
ГК	6,5	1,2	2,5	6,5	11	12
БИГ	7,5	3	4,5	8	10,5	12
МБ	9,5	0	1	1	1	1,5
БКГ	6,5	2,5	5	6	6,5	9,5
Влажность W, %						
МПС	25	14	18	20	24	24
ГК	50	21	31	32	40	43
БИГ	45	31	39	40	41	41
МБ	99	88	97	96	95	93
БКГ	52	29	39	46	47	49
Плотность ρ, г/см³						
МПС	1,92	2,06	1,96	1,93	1,87	1,78
ГК	1,56	1,84	1,81	1,78	1,77	1,68
БИГ	1,59	1,89	1,77	1,73	1,69	1,63
МБ	1,29	1,46	1,44	1,44	1,40	1,37
БКГ	1,53	2,26	2,05	2,01	1,79	1,69
Плотность скелета грунта ρ_д, г/см³						
МПС	1,54	1,78	1,67	1,61	1,51	1,43
ГК	1,06	1,40	1,37	1,31	1,26	1,17
БИГ	1,10	1,49	1,28	1,24	1,18	1,15
МБ	0,65	0,78	0,73	0,73	0,72	0,71
БКГ	1,01	1,75	1,48	1,37	1,21	1,13
Пористость n, %						
МПС	44	32	39	41	45	48
ГК	60	47	48	50	52	55
БИГ	60	46	54	55	57	59
МБ	74	69	71	71	71	72
БКГ	64	38	47	51	57	60
Общее солесодержание χ, мг/г грунта						
МПС	1,07	1,28	1,23	1,43	0,89	1,05
ГК	3,10	1,16	1,51	1,51	1,43	2,11
БИГ	2,44	3,33	2,78	2,86	2,78	2,89
МБ	3,37	5,11	5,23	4,28	3,10	2,96
Электрокинетический потенциал ζ, мВ						
МПС	-32	+4	+24	-32	-32,0	-34
ГК	-36	+72	-5	-38	-62	-63
БИГ	-13	-	-	-13	-	-57
МБ	-18	-	+140	+130	+113	0

Примечание. МПС – московский покровный суглинок, ГК – глуховецкий каолин, БИГ – биясалинская иллитовая глина, МБ – махарадзевский бентонит (смектитовая глина), БКГ – бахчисарайская карбонатная глина.

Воздействие реакций электролиза воды на электродах привело к формированию градиента pH в межэлектронном пространстве грунтов: у анода образовывалась кислая среда, а у катода – щелочная [2]. Для суглинки, каолина и иллитовой глины градиент был примерно одинаков, а для карбонатной глины он был выражен менее отчетливо. В случае смектитовой глины наблюдалось закисление грунта практически по всей длине образца, связанное с высокой скоростью электроосмоса в данной глине, протекающего в том же направлении, что и электрохимическая миграция ионов H^+ , что в итоге способствовало быстрому продвижению кислого фронта в сторону катода.

Влажность всех грунтов снизилась по сравнению с исходной и уменьшалась в направлении от катода к аноду. Наибольшее снижение влажности было отмечено для глуховецкого каолина (в среднем на 17%), что, вероятно, обусловлено его относительно невысокой физико-химической активностью, оптимальной для достаточно продолжительного протекания электроосмоса в нём и более выраженного проявления дренажного эффекта. В свою очередь, наименее проявлен эффект осушения (уменьшение W в среднем на 5%) был для покровного суглинки и бентонита.

Плотность грунтов в общем случае увеличилась относительно исходной, а также росла в направлении от катода к аноду в соответствии с уменьшением их влажности. Наибольшее увеличение плотности наблюдалось для бахчисарайской карбонатной глины и каолина (в среднем по сравнению с исходной на 0,43 и 0,22 г/см³, соответственно). В случае карбонатной глины, вероятно, это было обусловлено большей длительностью испытаний, что было вызвано подавлением кислого фронта у анода из-за взаимодействия ионов H^+ с карбонатами.

Подобным же образом изменялась и плотность скелета грунта: наибольшее её увеличение (в среднем на 0,38 г/см³) было характерно также для карбонатной глины. В соответствии с изменением плотности твёрдого скелета грунта пористость глин уменьшилась по сравнению с исходной, а также снижалась в направлении от катода к аноду. Сильнее всего уменьшение пористости было выражено для бахчисарайской глины (на 13%).

Солесодержание каолина в ходе опытов снизилось вдвое, а у остальных грунтов – увеличилось. В случае суглинки и иллитовой глины это, вероятно, связано с реакциями растворения минералов у анода, а для смектитовой глины это объясняется высокой интенсивностью электролиза воды на аноде и быстрым закислением грунта.

Изменение pH и ионной силы порового раствора привело к преобразованию электрокинетического потенциала частиц грунтов в пространстве между электродами. В щелочной среде отрицательный ζ -потенциал частиц увеличивался по модулю, а в кислой среде – уменьшался вплоть до смены знака на положительный [5]. В случае бентонита перезарядка частиц наблюдалась во всём межэлектродном пространстве.

Исследование выполнено с использованием оборудования, приобретённого в рамках «Программы развития Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова».

Литература

1. Злочевская Р.И., Королёв В.А. Электроповерхностные явления в глинистых породах. – М.: Изд-во МГУ, 1988 – 177 с.
2. Королёв В.А. Теория электроповерхностных явлений в грунтах и их применение. – М.: ООО «Сам полиграфист», 2015 – 468 с.
3. Лабораторные работы по грунтоведению: Учебное пособие / Под ред. В.Т. Трофимова и В.А. Королёва. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: КДУ, Университетская книга, 2017. – 654 с.
4. Casagrande L. Stabilization of soils by means of electro-osmosis – state-of-the-art / Journal of Boston Society of Civil Engineers Section, Proceedings of the American Society of Civil Engineers. – Boston, 1983. – Vol. 69, №2. – pp. 255 – 302.
5. Korolev V.A., Nesterov D.S. Influence of electro-osmosis on physicochemical parameters and microstructure of clay soils. Journal of Environmental Science and Health – Part A. 2019. Vol. 54, №6, pp. 560-571.
6. Mitchel J.K. Fundamentals of soil behavior. – New York: John Wiley, 1976. – 592 pp.

СОСТАВЛЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА СКВАЖИНЫ БЕЗ ОТБОРА КЕРНА (ПО ШЛАВОМУ ОПРОБОВАНИЮ)

Никитюк Н.В., Ноянова Ю.И.

Научный руководитель - доцент Аузина Л.И.

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

Актуальность проблемы: снижение стоимости геологоразведочных работ при бурении скважин на воду.

Цель работы: описание шламовых проб, сопоставление с данными по ГИС, составление геологического разреза скважины и выявление зон трещиноватости.

Основной вопрос, рассматриваемый в рамках данного исследования, является снижение стоимости геологоразведочных работ при поисках подземных источников водоснабжения. Общепринято и вполне обоснованно гидрогеологические скважины бурятся с полным отбором керна и последующим проведением геофизических исследований скважин (ГИС). В настоящее время сложилась тенденция к увеличению производительности геологоразведочных работ при сокращении затрат на них. Это стало возможным благодаря использованию метода шламового бурения. В отличие от отбора проб по керну, себестоимость шламового бурения в несколько раз ниже. Упрощенная процедура бурения применена на Зазинском месторождении подземных вод (МПВ), что позволило снизить стоимость буровых работ почти на 20%.

Зазинское МПВ расположено в Еравнинском районе республики Бурятия, в долине р. Заза. В геологическом строении территории принимают участие палеозойские, мезозойские и кайнозойские отложения. МПВ находится на южной окраине площади распространения криолитозоны с максимальной мощностью до 200м. В гидрогеологическом отношении участок исследований входит в состав Зазинского артезианского бассейна, приуроченного к одноименной межгорной впадине. Структура представляет собой глубокий грабен в блоке кристаллического фундамента, сопряженный с севера и юга с крупными разломами. Наиболее обводненными являются подмерзлотные воды водоносных комплексов зазинской и эндондинской свит нижнемеловых отложений, осложненных разрывными

СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ

нарушениями и представленными переслаиванием песчаников, аргиллитов, алевролитов с прослоями конгломератов и гравелитов разной степени трещиноватости.

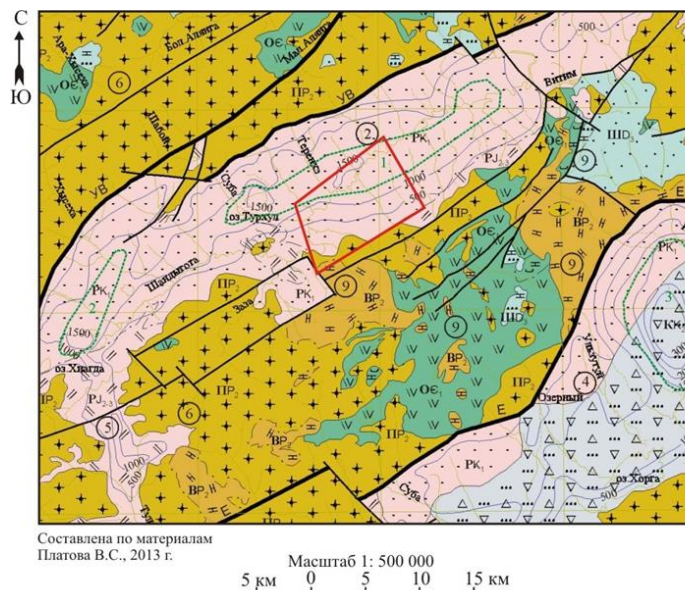


Рис. Структурно-тектоническая карта района Зазинского МПВ

1 - мезозойские рифтогенные впадины, выполненные осадочными образованиями: 2-Зазинская, 4-Еравнинская; прогибы: 5 - Индола-Тулдунский; 6 – Ангаро-Витимский батолит, 9 – Еравнинский провес кровли батолита; Разрывные нарушения: 3 - главные разломы: УВ – Удино-Витимский, Е – Еравнинский; 4 - прочие разломы, не установленной кинематики; 5 - участок Зазинского МПВ

По техническим причинам из пройденных на участке поисковых скважин не было возможности отобрать керн, в связи с чем произведен поинтервальный отбор шламовых проб. Буровой шлам отбирался у устья скважины. Отбор шламовых проб возможен только при использовании технической воды в качестве промывочной жидкости, что позволяет оставить неизменным исходный химический состав проб. При отборе шламовых проб в журнале отражаются места и глубина отбора, затем пробы высушиваются, и далее проводится их описание, как визуальное, так и бинокулярное. При бурении на месторождениях твердых полезных ископаемых, например, на рудное золото, этот вид опробования применяется вполне успешно, а при проходке гидрогеологических скважин такая методика практически не используется, хотя и представляется достаточно эффективной при расчленении геологического разреза и составлении колонки скважин.

Путем визуального осмотра проб определен минеральный состав пород. Масса проб представлена обломками различного состава. Основные минералы в данном случае – это микроклин, кварц, серицит (мелкочешуйчатый мусковит) с редкими включениями кальцита. Обломки породы имеют разный размер: от 0,5 мм до 2-3 см. Породы, пробы которых характеризуются большим количеством обломочного и мелкообломочного материала, оцениваются как интервалы повышенной водопроницаемости. Пробы с большим количеством глинистого материала характеризуются меньшей водопроницаемостью.

Следует отметить, что шламование не дает возможности или позволяет с невысокой степенью детальности выделить зоны трещиноватости. Для этого шламование следует применять в совокупности с ГИС.

На Зазинском месторождении был проведен следующий комплекс методов: гамма-каротаж (ГК), метод кажущегося электрического сопротивления (КС), кавернометрия (КВ), расходометрия (РХ), резистивиметрия (РС) и термометрия (ТМ).

Комплексная интерпретация выполнена в программе «PRIME». По данным ГИС уточнены границы стратиграфических комплексов, выделены наиболее трещиноватые зоны и интервалы притоков подземных вод, уточнен действительный диаметр скважин, определена естественная радиоактивность горных пород и температурный режим по стволу скважин.

Стратиграфические границы и границы характерных геологических комплексов скорректированы по данным ГК и КС с учетом фактического геологического описания пород по шламовым пробам. Признаком наличия многолетнемерзлых пород явилось повышенное сопротивление и радиоактивность пород (мерзлые глины и глинистые породы).

Критериями выделения зон повышенной трещиноватости явились неровности стенок скважин, определенные по кривым кавернометрии, а также наличие в трещинах низкопроводящей мерзлоты (повышенные показания по КС), при этом интервалы повышенной трещиноватости хорошо коррелировались с аналогичными данными, полученными по шламовым пробам.

Интервалы притока пластовых низкотемпературных вод определены по данным расходометрии, резистивиметрии и термометрии.

Таблица

Типовой геологический разрез Зазинского месторождения подземных вод

Глубина залегания пород, м		Краткое литологическое описание пород	Описание шламовых проб
От	До		
53,0	102,1	Сильнотрещиноватые аргиллиты и алевролиты	Мелкие зерна (~1 мм) микроклина и кварца.
102,1	146,4	Сильнотрещиноватые песчаники, аргиллиты и алевролиты	Порода темно-серого цвета с включениями микроклина с кварцем. Размеры обломков варьируются от 0,1-0,2см до 2см.
146,4	151,7	Трещиноватые песчаники	Мелкодисперсный песчаник светло-серого цвета
151,7	202,5	Сильнотрещиноватые песчаники, аргиллиты и алевролиты с прослоями базальтовых порфиритов	Песчаник с включением базальтов, обломки различного размера.

В результате анализа и сопоставления геологического описания пород, полученного по шламовым пробам и интерпретации ГИС, составлены достаточно детальные колонки гидрогеологических скважин, а также типовой геологический разрез (табл.), положенный в основу составления природной гидрогеологической модели.

Литература

1. Аузина Л.И., Давыденко Ю.А., Бадминов П.С. и др. ОТЧЕТ о результатах работ по объекту «Поиски и оценка месторождения подземных вод для технологического обеспечения объектов Озерного ГОКа с подсчетом запасов подземных вод на участке Зазинский, Еравнинский район, Республика Бурятия» URL: <http://www.geologam.ru/industry/mine/oprobovanie-razvedochnyh-i-ekspluatacionnyh-burovyh-skvazhin>

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ТЕРМАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ СЕВЕРНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ОХОТСКОГО МОРЯ

Павлов А.А.^{1,2}

Научный руководитель - к.г.-м.н. Брагин И.В.

¹Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток, Россия

²Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия

Геологические условия северного побережья залива Шелехова, обусловили многочисленные проявления термальных источников, разнообразных по составу и температуре и особенностям. Например источники: Наяхан, Широкий, Берёзовый и Хиим. В связи с постановлением правительства о развитии туристической отрасли необходимо всестороннее изучение термальных вод побережья залива Шелехова.

Горячий источник Наяхан находится у русла р. Наяхан в 115 км от её устья, в четырёх км выше впадения большого правого притока речки Краскомны и левого притока ручья Донесен. Координаты источника 62° 29' 0" с. ш. и 157° 47' 45" в. д. Долина реки здесь прорезана в теле гранитного интрузивного массива. Поднимаясь в верх по р. Наяхан, на участке долины длиной 350 м 4 группы выходов горячей воды, составляющие в целом источник Наяхан. Первая и третья группы выходов на правом берегу, на обнажённой поверхности гранита. Горячая и теплая вода просачивается к поверхности по многочисленным трещинам. Вторая и четвертая группы выходов расположены на левом берегу и на дне реки, вода выходит непосредственно из трещин обнажения гранита или пробивается через прикрывающие гранит валунно-галечниковые отложения. Источником теплых вод являются метеорные воды, поступающие на большую глубину и получающие тепло в зонах глубинных подвижек. Общий дебит четырех групп выходов воды равен 20 л/сек. Температура воды Наяханских источников изменяется от слаботермальной до высокотермальной (Т – +30°С - +58°С), пресная (М – 0,38 г/л) хлоридно-гидрокарбонатная натриевая, метакремниевая (H₂SiO₃ – 95 мг/л), вода слабощелочная (рН = 7,5). Благоприятная для бальнеологического наружного применения в виде ванн и бассейнов. Вода аналогична Чистоводненскому типу вод Приморского края [2,3]

Термальный минеральный источник Широкий расположен на левом берегу р. Широкой в 8 км от берега залива Шелехова. Координаты источника: 61° 51' с. ш. 157° 25' в. д. Территорию выходов источника слагают граниты, относящиеся к крупному гранитному массиву нижнего мела простирающемуся на 10-12 км к северу и на более значительное расстояние к западу. С южной и юго-восточной стороны гранит покрыт аллювиальными отложениями рек Широкой и Хиенди. Источник Широкий состоит из 38 отдельных выходов воды, расположенных на протяжении 700 м вдоль откоса восьмиметровой террасы. Все выходы воды на склоне расположены закономерно на уровне 3-7 м над поймой. Общий дебит всех выходов равен 7 л/сек. Вода источника Широкого по температуре варьируется от слаботермальной до высокотермальной (Т – +33°С - +56°С) маломинерализованная (М – 3,6 г/л), хлоридная кальциево-натриевая, слабощелочная (H₂SiO₃ – 45 мг/л), слабокислая (рН = 6,5). Для внутреннего употребления вода представляет большую ценность как минеральная лечебно-столовая питьевая вода (аналог Калининградского типа

**СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ И
ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ**

[1]), может быть рекомендована при заболеваниях органов пищеварения и нарушения обмена веществ. Для наружного употребления в виде ванн.

Тёплый минеральный источник Берёзовый расположен в 2,5-3,0 км к северу от источника Широкого, у северного склона холма-останца морской террасы. Расстояние от морского берега составляет 11 км. Координаты источника: 61° 58' с. ш. 157° 25' в. д. Участок представлен гранитами, коренные выходы которых наблюдаются севернее на склонах гор и южнее в откосе холма-останца. Минеральная вода выходит из галечника на дне и по берегам ручья, а также в небольших ответвлениях этого ручья. Общий дебит источника Берёзовый составляет 4 л/сек. Вода источника Берёзовый по температуре меняется от холодной до слаботермальной (Т – +7°С - +22°С), слабоминерализованная (М – 1,6 г/л) хлоридная натриево-кальциевая, слабокислая (рН = 6,4) Имеет значение как минеральная лечебно-столовая питьевая вода, рассчитанная на желудочные заболевания. Для наружного употребления в виде ванн вода требует подогрева. Источник Берёзовый представляет ценность также в связи с тем, что он имеет благоприятные условия для накопления грязей, образующихся от водорослей в широких участках водотока. Запасы грязи в настоящее время приблизительно таковы: на площади в 140 м² залегают слой тёплой, коллоидной, мягко пластичной грязи, средней мощностью 0,15 м, или объёмом 80 м³.

Теплый источник Хиим расположен в долине р. Широкой, в 19 км от её устья. Координаты источника: 61° 55' с. ш. 157° 16' в. д. Источник Хиим находится в области распространения крупного гранитного массива, прорезаемого р. Широкой. Обнажения гранитов прослеживаются на юго-восток от источника Хиим. Источник проявляется в виде шести отдельных струй, выходящих на склоне, на 2 - 4 м выше уровня поймы. Некоторое количество термальной воды фильтруется по делювию, не выходя на поверхность и поглощается аллювиальными галечником поймы. Общий дебит водотоков источника Хиим равен 0,3 л/сек. Вода слаботермальная (Т – +28°С - +33°С) пресная (М – 0,18 г/л), гидрокарбонатная натриевая, слабощелочная (Н₂SiO₃ – 31 мг/л), нейтральная (рН = 7,2). Содержание кремнекислоты, температура и щелочной характер воды дают основание для ее лечебных свойств.

В таблице представлен химический состав воды, водородный показатель и формула химического состава воды для термальных источников северного побережья Охотского моря.

Таблица

Химический состав термальных источников

Наименование источника	Компоненты мг/л							pH	Формула ионного состава воды
	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻		
Наяханский	103,8	6,6	4,4	0,48	100,3	25	51,8	7,5	$M_{0,38} \frac{HCO_{63}^3 Cl_{33}}{Na + K_{97}}$
Широкий	742,2	11,9	571,3	2,40	57,5	2130	10	6,5	$M_{3,6} \frac{Cl_{89}}{Ca_{54}Na + K_{46}}$
Берёзовый	367,5	55,8	239	5,7	32,9	934,7	12,2	6,4	$M_{1,6} \frac{Cl_{98}}{Na + K_{52}Ca_{46}}$
Хиим	39,1	4,8	5,7	1,1	10	7	61	7,2	$M_{0,18} \frac{HCO_{78}^3}{Na + K_{79}}$

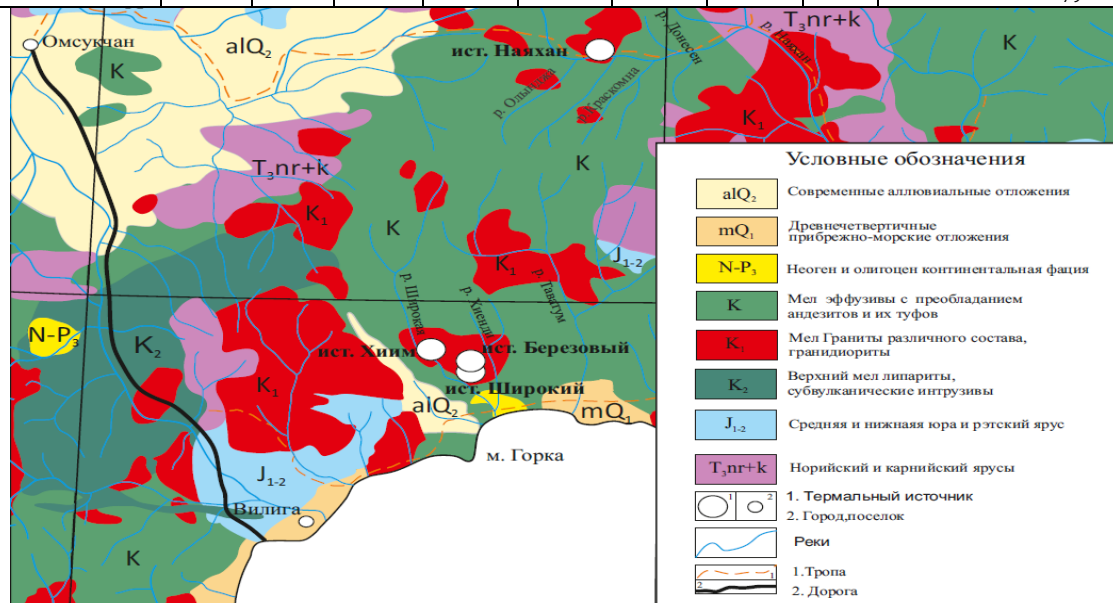


Рис.1 Геологическая карта термальных источников

Дальнейшее изучение химического состава термальных вод позволит выявить их лечебно-профилактические свойства как питьевых вод внутреннего применения, так и термальных наружного применения.

Исследование выполнено за счёт средств гранта Российского научного фонда (проект № 18-77-10007)

Литература

1. ГОСТ Р 54316 – 2020 Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия. – <http://docs.cntd.ru/document/564463542>
2. Минеральные воды Дальнего востока / НИИ мед. климатол. и восстановит. леч. – Владивосток. Филиал ДНЦ физиолог. и патолог. дыхания СО РАМН; Под ред. Е.М. Иванова, Э.А. Эдаковой, М.В. Антонюк. – Владивосток, 1999. – Ч. 1 - 2. – 457 с.
3. Минеральные воды и лечебные грязи Дальнего востока : справочник / сост. Б.И. Челнокова, Т.А. Гвозденко. – 3-е издание, доп. – Владивосток : Изд-во Дальневост. ун-та, 2017. – 220с.

ОЦЕНКА ПОГЛОЩАЮЩИХ ГОРИЗОНТОВ ПАЛЕОЗОЙСКОГО РАЗРЕЗА ЮГА СОЛИКАМСКОЙ ДЕПРЕССИИ ДЛЯ ЗАКАЧКИ ИЗБЫТОЧНЫХ РАССОЛОВ

Порфирьева А.Н.

Научный руководитель - Шатов В.А.

Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «ПермНИПИнефть» в г. Перми, г. Пермь, Россия

В связи с возрастающими темпами добычи калийно-магниевых солей в Пермском крае компаний «ЕвроХим» – возникает одна из главных задач современного недропользователя – утилизация больших объемов промышленных стоков. Учитывая эти обстоятельства, сохраняет актуальность тема ликвидации сточных вод путем подземного захоронения в глубокие поглощающие горизонты.

В настоящее время «ЕвроХим - Усольский калийный комбинат» является крупнейшим производителем минеральных удобрений в России и входит в тройку крупнейших мировых компаний отрасли. По прогнозам, в первые годы эксплуатации калийного комбината в накопительных бассейнах будет образовываться не менее 0,5 млн. м³ избыточных рассолов. Решением возникшей проблемы является размещение избыточных рассолов в глубоких горизонтах палеозойских отложений.

Подземное захоронение попутно добываемых при нефтедобыче соленых вод и рассолов посредством закачки в глубокие горизонты недр через специальные поглощающие скважины применялось в начале XX века в России и США. Позднее этот метод был использован также в ряде других стран на предприятиях нефтеперерабатывающей, газовой, калийной и химической промышленности [1-2].

Выбор эксплуатационного объекта под закачку рассолов производился в результате оценки геолого-гидрогеологических условий территории, а также с учетом технологических и экологических факторов.

При обосновании объекта закачки рассолов основное внимание уделялось оценке геологического разреза и гидрогеологических условий территории:

- определению наличия пригодных для закачки водонасыщенных интервалов разреза (в т.ч. с поглощениями промысловой жидкости при бурении скважин), представленных высокопроницаемыми и высокочемкими коллекторами;
- выявлению благоприятных геоструктурных и геофильтрационных условий закачки с точки зрения изоляции объекта от вышележащих продуктивных отложений.

Изучение геолого-гидрогеологического разреза юга Соликамской депрессии с целью выбора пласта-коллектора под закачку избыточных рассолов Усольского калийного комбината было проведено с использованием имеющейся геологической информации нефтяных месторождений (Уньвинского, Сибирского, Шершневого и им. Архангельского), расположенных на данной территории. Отмечено, что в подсолевой толще палеозойских отложений данной территории имеются пласты-коллекторы с хорошими фильтрационными свойствами пород (высокие значения пористости и проницаемости пород и достаточно большая суммарная эффективная толщина пластов). По данным опробования скважин исследуемого участка встречены многочисленные поглощения бурового раствора в разновозрастных палеозойских отложениях.

Интенсивность поглощений в породах нижнепермско-верхнекаменноугольного, башкирско-серпуховского и турнейско-фаменского возрастов фиксируется от частичного до полного. Данные отложения могут рассматриваться как перспективные для закачки избыточных рассолов Усольского комбината, что подтверждается их использованием для закачки подтоварных вод на Уньвинском, Чашкинском, Логовском и Озерном месторождениях нефти в Соликамской депрессии, а также на других нефтепромыслах Волго-Уральской нефтегазоносной провинции [3].

При обосновании объекта закачки рассолов важно учитывать следующие технологические факторы:

- хорошая совместимость закачиваемых рассолов и пластовых вод палеозойских отложений (или относительно простые способы предварительной водоподготовки закачиваемых рассолов) во избежание процесса отложения солей в призабойной зоне нагнетательных скважин;
- закачка избыточных рассолов в поглощающие горизонты непродуктивных (лучше подпродуктивных) отложений, для исключения техногенного воздействия данного процесса на разработку нефтяных и калийных залежей.

Оценка технологических факторов недропользования на данной территории показала, что для закачки избыточных рассолов можно использовать только пласты-коллекторы в карбонатных нижнепермских (артинских, сакмарских и асельских) отложениях.

**СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ И
ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ**

При закачке избыточных рассолов Усольского калийного комбината в поглощающие горизонты нижнепермских карбонатных отложениях растворы совместимы, выпадение сульфата кальция не прогнозируется; напротив, при закачке в горизонты визейских, окско-серпуховских и турне-фаменских отложений будет наблюдаться выпадение осадка, что делает растворы не совместимыми для данных целей. Выпадение карбонатов кальция при закачке избыточных рассолов в рассматриваемые горизонты наблюдается только при содержании рассолов в смеси менее 20-30% [3].

Таблица

Оценка поглощающих горизонтов палеозойского разреза юга Соликамской депрессии для закачки избыточных рассолов (ИР)

Характеристика поглощающего горизонта	Возраст пород		P1as-sk-P1ar	C2pd-C2ks	C1t-D3fm-f
	Эффективная толщина, м		до 82,0	11	до 76,4
	Kп (min-max) (среднее), %		9,2-16,3 11,4	<u>10,0-24,0</u> 13,7	<u>4,1-13,1</u> 7,7
	Kпр, (min-max) (среднее), мкм ² *10 ⁻³		0,7-68,7 5,4	<u>2,6-492,0</u> 108,0	<u>0,1-228,4</u> 13,0
Поглощения при бурении скважин			до 2400 м³/сут	до 480 м ³ /сут	до 5760 м ³ /сут, полное
Характеристика водоупоров	верхнего	Толщина, м	до 715,0	до 70,0	до 27,0
		Возраст пород	P1irn-phl	C2mc	C1rd
	нижнего	Толщина, м	до 70,0	до 24,2	1,1
		Возраст пород	C2mc	C2vr	D3tm
Совместимость ИР и пластовых вод	по сульфатам		Совместимы, выпадение гипса не прогнозируется	Несовместимы при минерализации смеси >150 г/дм ³	Несовместимы
	по карбонатам		Совместимы, выпадение карбонатов при <30 % стоков в смеси	Совместимы, выпадение карбонатов при <50 % стоков в смеси	Совместимы, выпадение карбонатов при <20 % стоков в смеси
Оценка интервала для закачки ИР			Закачка стоков возможна	Закачка стоков возможна с условием	Закачка стоков не возможна

Учет экологических факторов при обосновании объекта закачки рассолов предполагает:

- глубокое залегание эксплуатационного объекта закачки с высокой степенью изоляции от горизонтов пресных подземных вод;
- невысокая вскрытость отложений объекта закачки «старым» скважинным фондом, что снижает вероятность возникновения вертикальных межпластовых перетоков.

Данным экологическим требованиям соответствуют пласты-коллекторы в карбонатных нижнепермских (артинских, сакмарских и ассельских) отложениях, надежно изолированные от пресноводных горизонтов терригенно-соленосно-гипсоносной толщей отложений кунгурского яруса.

На основании проведенных исследований (см. таблицу) наиболее перспективным объектом для закачки избыточных рассолов с гидрогеологических, экологических и технологических позиций являются горизонты нижнепермского-верхнекаменноугольного водоносного комплекса. Комплекс содержит водоносные горизонты, обладающие хорошими емкостными и фильтрационными свойствами, пластовые воды которых совместимы с закачиваемыми рассолами. Комплекс не содержит перспективных для разработки минерально-сырьевых ресурсов. Он надежно перекрыт сверху мощной толщей слабопроницаемых и водоупорных отложений кунгурского яруса, а снизу водоупорными глинистыми отложениями мячковского яруса.

Литература

1. Гольдберг В.М., Скворцов Н.П., Лукьянчикова Л.Г. Подземное захоронение промышленных сточных вод. – М., "Недра", 1994. – 280с.
2. Костарев С.М. Современные проблемы экологической гидрогеологии нефтегазоносных территорий Пермского края // Современная гидрогеология нефти и газа (фундаментальные и прикладные вопросы) / Материалы Всероссийской научной конференции, М.: ГЕОС. 2010. – с.462 - 468.
3. Костарев С.М., Шатов В.А., Яковлев М.Ю. Геолого-гидрогеологическое обоснование возможности закачки избыточных рассолов ООО «ЕвроХим-Усольский калийный комбинат» в поглощающие горизонты палеозойских отложений Уньвинского, Сибирского, Шершневого и им. Архангельского нефтяных месторождений // Филиал ООО "ЛУКОЙЛ-Инжиниринг" "ПермНИПИнефть" в г. Перми, отчет по дог. №15П0027/5689, 2015. – 203с.

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА БЕЛОКУРИХИНСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ МИНИРАЛЬНЫХ ЛЕЧЕБНЫХ ВОД

Пургина Д. В., Моисеева Ю. А.

Научные руководители: доцент Хвощевская А.А., доцент Кузеванов К.И.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Белокурихинское месторождение термальных радоновых лечебных вод расположено в прифасовой части Алтайских гор, в долине р. Белокуриха. Участок месторождения характеризуется среднегорным залесенным ландшафтом с расчлененным рельефом. Геологический разрез сложен интрузивными породами (гранитами). Вершины гор, окружающие участок месторождения и функционирующий на его базе курорт, покрыты сосновым и смешанным лесом, образуя открытый на север амфитеатр. Месторождение расположено на высоте 240-300 м над уровнем моря. Относительные превышения рельефа в среднем составляют 400-500 м.

Исследуемое месторождение подземных вод эксплуатируется в течение длительного времени с 1949 года по настоящее время. В течение периода эксплуатации суммарная производительность изменялась в широких пределах от 300 до 1200 м³/сут. Поэтому большое внимание уделяется вопросу оценки величины обеспеченности эксплуатационных запасов источниками восполнения. Этим, в частности, определяется актуальность исследований, так как анализ результатов режимных наблюдений свидетельствует о том, что величина эксплуатационных запасов минеральных вод Белокурихинского месторождения лимитируется величиной их естественной восполняемости, т. е. естественными ресурсами [7]. В том числе, изучение закономерностей формирования ресурсов Белокурихинских радоновых вод и определение их количества позволяет реально оценить перспективы дальнейшего функционирования и развития курорта Белокуриха.

В таблице представлены средние значения основных гидрогеологических параметров на разных этапах существования месторождения. Опыт эксплуатации показал, что при существующей схеме расположения водозаборных скважин суммарная производительность, являясь избыточной и приводит к недопустимому снижению динамических уравнений, что требует проведения переоценки запасов минеральных вод.

Таблица

Основные гидрогеологические параметры Белокурихинского месторождения

Временной интервал	Дебит л/с	Удельный дебит, л/с	Пьезометрические уровни (абс.м)	Температура воды на изливе	Концентрация радона, НКи/л	
На момент бурения (1960е)	28,0-50,0	1,5-2,0	266-269	до 42 °С	2-25	
На период конца 1994 г	7,0-16,0	0,4-1,0	245-247	до 42 °С	2-8	
В среднем за 2018 г	3э	12,0-14,0 (13,3)	1,3-1,5 (1,4)	259-260	34 °С	8,2-9,5
	4э	19,0-22,0 (20)	0,8-0,9 (0,9)	259,5-261	42 °С	6-6,6

С целью детализации гидрогеологических условий месторождения авторами были отобраны пробы для оценки качества вод, а также выполнен комплекс опытно-фильтрационных работ, который включает в себя как длительные откачки, так и экспресс-опыты. В результате выполненных работ, экспериментальным путем установлена оптимальная величина суммарного водоотбора на уровне 674 м³/сут. Опытными работами за 2019 год установлено наличие и влияние непроницаемой границы на работу водозабора (рисунок 1). Показано, что это приводит к резкому увеличению темпов снижения уровня менее чем через одни сутки после запуска эксплуатационных скважин. Полное восстановление уровня происходит в течение нескольких суток. Поэтому оптимальный режим работы водозабора требует периодической остановки эксплуатационных скважин для восстановления уровня за счет естественных ресурсов эксплуатационной водоносной зоны. Это условие гарантирует устойчивую работу водозабора при добыче минеральных вод. Увеличение производительности выше достигнутой интенсивности эксплуатации подземных вод в настоящее время нецелесообразно.

Многолетнее изучение химического состава подземных вод показывает стабильность его состава, включая бальнеологические показатели (температура, концентрации радона, кремния, азота). Это подтверждается данными режимных наблюдений, а также результатами опробования подземных вод, проведенных авторами в 2020 г. и материалами бальнеологического заключения Томского института курортологии и физиотерапии.

При переоценке запасов подземных вод использовались данные эксплуатации водозабора за период с 2016 по 2019 годы. По материалам режимных наблюдений получены следующие результаты: при средней суммарной производительности на уровне 600 м³/сут и ежедневной остановке эксплуатационных скважин динамические уровни сохраняют свое положение на постоянных отметках в течение длительного времени эксплуатации и обладают некоторой тенденцией к восстановлению, что обеспечивается балансом между водоотбором и естественными ресурсами подземных вод.

**СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ И
ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ**

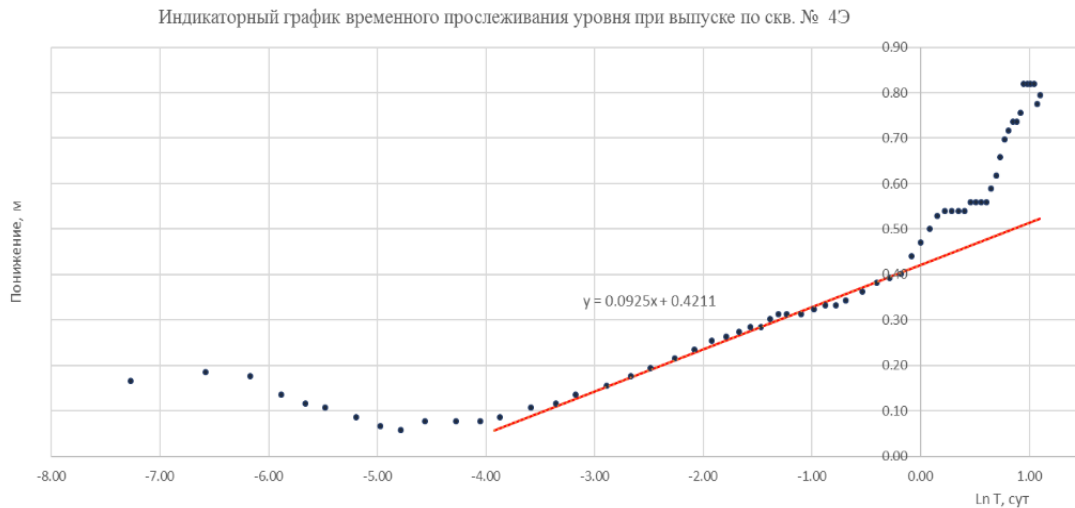


Рис. 1. Результаты обработки данных по восстановлению уровня подземных вод по скважине № 4э от 27.04.2020 г.

Анализ данных полученных в ходе эксплуатации месторождения подземных вод с повышенной интенсивностью производительности, превышающей оптимальную нагрузку на водозаборные скважины до 900 м³/сут в период с 1981 г по 1991 г показал отрицательный результат, что выражается в устойчивом падении уровней из-за заметного превышения мощности водозабора над величиной естественных ресурсов минеральных вод. Однако возврат к оптимальному режиму эксплуатации Белокурихинского месторождения подземных вод благоприятно сказывается на уровненом режиме, так как восстановление уровней после интенсивной эксплуатации может затягиваться длительное время (десятки лет). В настоящее время после падение уровня в 1991 г. практически до поверхности земли уровни подземных вод стабилизировались на отметках от + 8 до + 10 м над поверхностью рельефа (и имеет дальнейшую тенденцию к восстановлению) и дают убедительное доказательство возможности дальнейшей эксплуатации месторождения на расчётный срок работы водозабора (рисунок 2).

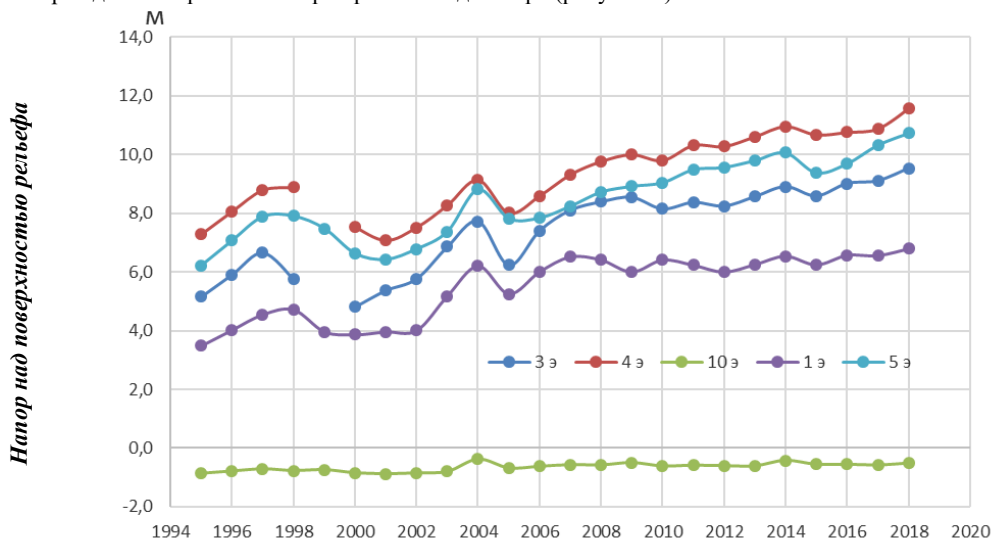


Рис. 2. Графики изменения избыточного напора подземных вод по гидрогеологическим скважинам за время эксплуатации водозабора

С учётом особенностей геологического строения водовмещающей толщи и гидрогеологических условий месторождение минеральных подземных вод отнесено к IV-ой группе с исключительно сложными условиями. Подсчитанные запасы подземных минеральных вод, учитывая высокую степень сложности гидрогеологических условий предлагается отнести к категории В. Достоверное установление геометрически точных размеров месторождения подземных вод, пространственного положения граничных условий и источников восполнения запасов подземных вод при достигнутой степени изученности гидрогеологических условий, возможно только на уровне весьма приближенных моделях, что исключает возможность отнесения запасов подземных вод к категории А, несмотря на многолетнюю эксплуатацию Белокурихинского месторождения минеральных вод.

Работа поддержана Государственным Заданием РФ «Наука». Проект FSWW-0022-2020.

Литература

1. Арутюнянц Р.Р., Ривман В.А. Совместное применение гидравлического и гидродинамического методов при оценке эксплуатационных запасов минеральных вод по глубоким одиночным скважинам. М., Тр. ЦНИИКИФ, т. XXI., 1980;
2. Боровский Б.В., Самсонов Б.Г., Язвин Л.С. Методика определения параметров водоносных горизонтов по данным откачек. М., Недра, 1979;
3. Боровский Б.В. Современные проблемы поисково-разведочных работ и оценки запасов пресных подземных вод. М., ВСЕГИНГЕО, 2011;
4. Боровский Б.В. и др. Оценка запасов подземных вод. Высшая школа, 1989 г.;
5. Бочеввер Ф.М. и др. Основы гидрогеологических расчетов. М., Недра, 1965 г.;
6. Биндеман Н.Н., Язвин Л.С. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод. М., Недра, 1970 г.
7. Логинов А.А. Особенности формирования ресурсов и режима азотно-кремнистых терм Белокурихинского месторождения / Диссертация на соискание кандидата геолого-минералогических наук. 1999.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЬМАТАЦИИ ПЕСЧАНЫХ ГРУНТОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ТЕХНОГЕНЕЗА
Сафанович Я.С.

Научный руководитель - старший преподаватель Моляренко В.Л.
Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, г. Гомель, Беларусь

Кольматация песчаного грунта представляет собой совокупность механического и физического поглощения глинистых частиц, которое происходит при адсорбционном взаимодействии песчаных и глинистых частиц. При кольматации песчаного грунта следует учитывать его состав и состав кольматирующего глинистого раствора. Песчаный грунт различного гранулометрического состава, соответственно, кольматируется глинистым раствором определенного состава. В процессе кольматации существенную роль играют химический состав воды, а также содержание в ней взвешенных коллоидных и глинистых частиц. [1]

Эффективность процесса кольматации определяется минералогическим составом глиен-кольматантов, который, в свою очередь, характеризует их дисперсность, способность проникать в толщу песчаного грунта и поглощаться им, а также адсорбционную способность по отношению к песчаным частицам.

В естественных условиях процесс кольматации пород протекает чаще всего под влиянием аллювиальных, делювиальных и пролювиальных процессов. Естественная кольматация грунтов может происходить в некоторых инженерных сооружениях, таких как: каналы, водоемы, водохранилища путем заполнения трещин и пустот пылевато-глинистыми, а также песчаными частицами.

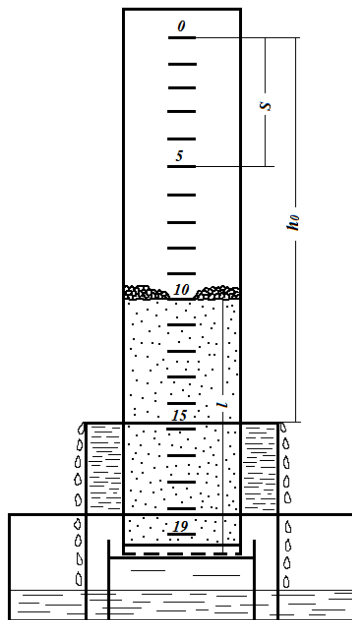


Рис. Схема установки трубы Каменского при фильтрации
 h_0 – первоначальный напор; S – падения уровня; l – длина пути фильтрации.

водой чашу (высота чаши должна быть ниже деления, до которого предполагается наблюдать падение уровня воды в трубке). Чашу, вместе с трубкой, поместить в широкий низкий сосуд, куда будет собираться вода, выходящая за край чаши по мере падения уровня в трубке. Затем отметить момент прохождения мениска воды в трубке через нулевое и последующие деления (табл.).

Процесс искусственной кольматации проявляется при эксплуатации скважин и других сооружений и представляет собой процесс, при котором песками из фильтрующей суспензии происходит механическое поглощение твердых частиц и поверхностное механическое взаимодействие между песчаными и глинистыми фракциями.

При выполнении лабораторного опыта используется трубка Каменского, которая состоит из стеклянной трубки диаметром 2-4 см, длиной около 25 см с делениями через 1 см, на дне закреплена сетка (рис.).

Далее устанавливается трубка на подставке в емкости, высотой 20-25 см, и постепенно заполняется песчаным грунтом до отметки 10 см, при этом грунт уплотняется деревянной трамбовкой. По мере заполнения цилиндра песком необходимо наливать воду в емкость. После того, как весь песчаный грунт насытится водой, следует долить такое количество воды, чтобы на поверхности образовалась линза высотой 1-2 см. Для предохранения грунта от размыва поверх него (толщиной 1-2 см) следует засыпать слой гравия.

После загрузки прибора сверху в трубку необходимо долить воду и быстро установить на небольшой подставке в наполненную до краев

В первом случае: отобрать пробу моренного суглинка массой 50 г. Смочить образец водой и тщательно растереть пестиком и профильтровать суспензию через сито 0,1 мм.

Во втором случае необходимо приготовить суспензию воды и нефтепродукта в пропорции 50:50, смочить получившейся эмульсией пробу моренного суглинка.

Подготовленную суспензию перелить в трубку на поверхность грунта, защищенную гравийным слоем, достать гравийную подсыпку и проследить за процессом фильтрации суспензии через песчаный грунт. Если на поверхности песка образуется наилкок, его необходимо удалить. [1]

Процесс кольматации необходимо повторять в том случае, если закольматирован недостаточный объем грунта.

По завершению процесса кольматации следует отметить момент прохождения мениска воды в трубке через нулевое и последующие деления (табл.).

Проанализировав полученные данные следует отметить, что процесс кольматации проходит более интенсивно под воздействием техногенеза. Это можно объяснить уменьшением трения оседающих частиц из-за более высокой плотности нефтепродукта и маслянистой пленки, которая образуется на их контакте. С этим же связано и уменьшение коэффициента фильтрации, так как частицы глинистого грунта набухают при контакте с водой, вследствие чего происходит процесс коагуляции и плотность грунта становится выше, а проницаемость ниже.

Полученные в ходе исследования результаты указывают на то, что процесс кольматации, под воздействием техногенеза, обладает отрицательным эффектом, так как поры грунта заполняются быстрее, что сильно снижает его фильтрационные способности. Например, отрицательное влияние кольматации проявляется в заиливании песчаных фильтров водоочистных сооружений.

Таблица

Журнал определения коэффициента фильтрации в трубке Каменского

№ опыта	Первоначальный напор h_0 , м	Падение уровня S , см	Время фильтрации t , с	Длина пути фильтрации l , см	Коэффициент фильтрации $k = -l/t \ln(1 - s/h_0)$, см/с	Температура воды T , °С	Температурная поправка $\tau = 0,7 + 0,03T$
1 с водой	0,14	3	234	10	0,0092	16,5	1,195
2 с нефтепродуктом	0,145	7,5	520	10	0,0096	16,5	1,195

Изучение процесса кольматации пород имеет большое значение как в хозяйственной деятельности, так и в промышленных целях, в том числе при строительстве мелиоративных, гидротехнических и других сооружений. Этот процесс используется в гидротехнике, технологии очистки воды, а также в буровом деле. В процессе эксплуатации дренажа наблюдается постепенное снижение общего расхода воды в дренажных системах за счет кольматации фильтрующих пород, что приводит к выходу дренажей из строя.

Загрязнение призабойной зоны (кольматация) при бурении скважин сказывается на их производительности. Это происходит в следствие взаимодействия воды с глинистыми частицами при вскрытии коллекторов, в результате чего эти частицы разбухают, что приводит к снижению проницаемости пласта. Поэтому кольматация фильтров различного рода дренажей и эксплуатационных скважин требует специальных мер по очистке фильтров.

Литература

- ГОСТ 12248–2010. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости грунта.

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА МЕТОДИКУ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТНО-ФИЛЬТРАЦИОННЫХ РАБОТ ЗАЗИНСКОЕ МПВ

Селезнёв Р.А., Аузина Л.И., Бадминов П.С.

Научный руководитель - доцент Аузина Л.И.

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

Цель исследования заключается в выборе и обосновании методики опытно-фильтрационных работ с учетом структурно-тектонических условий изучаемой территории на примере Зазинского месторождения подземных вод.

Исследуемый район находится на территории Еравнинского района республики Бурятия. В орографическом отношении район работ занимает центральную часть Зазинской межгорной впадины [2]. Зазинская впадина расположена между двумя горными массивами, представленными батолитами: с северо-запада Ангаро-Витмским, с юго-востока Еравнинским.

Зазинская впадина морфологически представляет собой линейно-вытянутую грабенообразную депрессию, обрамленную невысокими горными хребтами. В структурном отношении является глубоким синклинальным прогибом с крупными разломами по обоим бортам [1].

В рамках поисково-оценочных работ на исследуемом участке выполнены следующие работы: площадная геофизика; буровые работы; геофизические исследования в скважинах, опытно-фильтрационные и лабораторные работы.

По результатам интерпретации аэроэлектроразведочных данных протрассированы основные разломные зоны северо-восточного и северо-западного простираний, дальнейшие геофизические исследования методом ЭМЗ-ВП позволили выделить более мелкие дизъюнктивные нарушения, которые в совокупности дали первоначальное представление о блоковом строении участка работ и всего района в целом.

В ходе проведения буровых работ на территории участка пробурено 5 поисковых гидрогеологических скважин глубиной 200 м каждая. Скважины №№ 9ю, 9а и 9с были пробурены в разломной зоне северо-восточного простирания, протяженность которой составляет 3-5 км, вскрытая мощность 200 м. При бурении перечисленных скважин выявлено наличие интенсивной трещиноватости, связанной с зоной тектонических разрывов в отложениях зазинской и ендондинской свит нижнего мела. Из записей бурового журнала можно получить информацию о том, что при бурении этих скважин в интервале глубин 150-200 м происходил провал бурового инструмента, что дополнительно подтверждает наличие интенсивной трещиноватости пород в этом интервале. Скважины №№ 3а и 7а пробурены внутри блоков, сложенных более плотными массивами пород, при их проходке не происходило провала бурового инструмента, при этом увеличивалась скорость проходки, что обусловлено меньшей степенью трещиноватости осадочных консолидированных пород по сравнению со скважинами, пройденными в межблоковых структурах. Все вышеперечисленные данные являются доказательством того, что участок имеет разломно-блоковое строение.

По завершении проходки в каждой скважине проводились геофизические исследования (ГИС), включающие следующие методы: каротаж сопротивлений (КС), гамма-каротаж (ГК), термометрию, резистивиметрию, расходоimetriю, кавернометрию. С помощью КС выявлены интервалы и степень трещиноватости пород, термометрия позволила уточнить нижнюю и верхнюю границы многолетнемерзлых пород, по результатам интерпретации резистивиметрии и расходоimetriи определены интервалы притоков воды, с помощью кавернометрии уточнен действительный диаметр скважин на разных глубинах. Результаты ГИС дополнительно подтвердили блоковое строение участка работ.

Окончательный этап - опытно-фильтрационные работы (ОФР) – дали полное, в том числе количественное, представление о разломно-блоковом строении исследуемой территории.

При проведении ОФР в качестве водоподъемного оборудования использовался эрлифт, воздухоподающая труба диаметром 63 мм, спущенная до глубины 50-60 м, водоподъемная до глубины 60-70 м. Для нагнетания воздуха в скважину применялся компрессор AIRMAN PDS 185S-B с максимальной мощностью 6 атм. Измерение уровня воды в скважине производилось прибором УСКм-ТЭ2-1000, расход замерялся объёмным способом.

Для эффективной раскольматации зон трещиноватости и получения более полной информации о фильтрационных параметрах водовмещающих пород перед проведением опытной откачки проводилась серия кратковременных экспресс-опытов с максимальной мощностью водоподъемного оборудования. В качестве водоподъемного оборудования использовались насос ЕСО-4-104 и эрлифтная установка с компрессором AIRMAN PDS 185S-B. После каждого опыта проводилось полное восстановление уровня подземных вод.

Данные, полученные в ходе проведения экспресс-откачек в скважинах, приведены в табл.

Таблица

Результаты проведения экспресс-откачек из скважин № 9ю, 9а, 9с1, 7а, 3а

Скважина № 9ю				
№ Экспресс-откачки	Продолжительность, мин	Дебит Q, л/с	Понижение S, м	Удельный дебит, q=Q/S, л/с*м
1	7	1,58	13,36	0,12
2	10	1,97	11,49	0,17
3	10	3,00	12,50	0,24
Скважина № 9а				
1	30	11,26	27,65	0,40
2	30	10,67	25,45	0,42
3	447	11,15	23,92	0,46
Скважина № 9с1				
1	30	9,4	24,09	0,39
2	30	9,76	23,41	0,41
3	30	10,1	23,16	0,43
4	30	10,25	22,87	0,45
Скважина № 7а				
1	30	2,67	24,75	0,11
2	30	3,5	30,86	0,11
3	30	3,6	32,34	0,11
Скважина № 3а				
1	30	2,72	26,43	0,10
2	30	2,72	26,02	0,10
3	30	2,71	25,99	0,10
4	180	2,73	26,26	0,10

Анализируя результаты, представленные в табл., можно сделать следующие выводы. В скважинах, пробуренных непосредственно в обводнённых разломных зонах (в межблоковых зонах), наблюдается увеличение удельного дебита после проведения каждой последующей экспресс-откачки благодаря включению в работу ранее закольцованных систем трещин (скважины №№ 9а, 9ю и 9с1). Скважины, пройденные в блоках слаботрециноватых консолидированных пород, характеризуются постоянством удельного дебита при проведении всей серии экспресс-откачек. Таким образом данные, полученные в ходе проведения серии кратковременных опытов, подтверждают блоковое строение территории.

Результаты проведенных впоследствии опытных откачек длительностью от 5 до 15,5 суток явились окончательным аргументом, свидетельствующим о блоково-разломной структуре территории и необходимости рассмотрения водоносных комплексов нижнемеловых отложений как пластов с двойной пористостью, а также правильности выбора методики проведения ОФР. Коэффициенты водопроницаемости водовмещающих пород, определенные методами Джейкоба (временное прослеживание), прямой линии и Тейса в программном комплексе ANSDIMAT, составили 40,5 - 99 м²/сут в межблоковых зонах трещиноватости и 3,7 – 8,7 м²/сут во внутриблоковых массивах. Т.е. фильтрационные параметры отличаются практически на порядок.

После проведения опытно-фильтрационных работ производился отбор проб воды из каждой скважины на определение общих гидрогеохимических показателей: всего 18 показателей (цветность, мутность, запах, НСО₃, SO₄, Cl, CO₂, Na, K, Ca, Mg, Fe, NO₂, NO₃, NH₄, pH, жесткость, окисляемость) и на определение микрокомпонентов: всего 20 показателей (Al, Ba, Be, B, Fe, Cd, Mn, Cu, Mo, As, Ni, Hg, Pb, Se, Sr, F, Cr, Zn, нефтепродукты, фенольный индекс).

Химический состав воды в скважинах, пробуренных в разломных зонах и в блоках горных пород, также различен. Состав воды в скважинах № 9ю, 9а и 9с1 преимущественно сульфатно-гидрокарбонатный, тогда как в воде из скважины № 3а превалирует гидрокарбонат-ион, сульфат-ион присутствует в очень незначительных количествах. В скважине № 7а сульфат-иона несколько больше, что объясняется, скорее всего, тем, что она находится близко к разломной зоне, и воронка депрессии при откачке достигает границ тектонической структуры, что обуславливает приток в скважину трещинно-жильных вод с повышенным содержанием сульфатов.

Таким образом, описанный комплекс методов и разработанная и реализованная авторами методика ОФР позволили обосновать разломно-блоковую структуру района Зазинского месторождения подземных вод, формализовать природную геологическую модель в виде пласта с двойной пористостью, ограниченного с обеих сторон границами второго рода в виде интрузий гранитов и гранодиоритов, слагающих батолиты, а также подобрать правильные расчетную схему и аналитические модели для оценки запасов подземных вод.

Литература

1. Гребенников В.С. Государственная геологическая карта СССР м-б 1:200000 и объяснительная записка к листу О-47-XXXIV, М, 1960г.
2. Платов В.С. ГДП-200 листа N-49-XXVIII (Еравнинская площадь). ГИН СО РАН. Улан-Удэ, 2013 г. БФ ФБУ «ТФГИ по СФО.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОПОЛЗНЕВОГО СКЛОНА ЛАГЕРНОГО САДА (Г. ТОМСК)

Сотникова Е.Е.¹, Щербак Н.Г.²

Научный руководитель - профессор Дутова Е.М.

¹*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

²*ООО «НПФ «Геостройпроект», г. Томск, Россия*

Территория г. Томска характеризуется сложными геологическими условиями. Современное техногенное воздействие сказывается на равновесии природных систем и, в частности, приводит к активизации экзогенных геологических процессов, таких как оползни. Ранее изучением оползневого склона с точки зрения инженерной защиты территорий занимались сотрудники АО «Томскгеомониторинг»: Иванчура А.Л., Егоров Б.А. и др.; сотрудники ТГАСУ: Щербак Н.Г., Рутман М.Г., Ольховатенко В.Е., Лазарев В.М. и др.

Основными факторами, влияющими на активизацию опасных геологических процессов на правом берегу р. Томи, являются значительная крутизна склона; наличие выраженного водоносного горизонта в палеоген-неогеновых отложениях и горизонта техногенных вод; водонасыщенность покровных отложений и оползневых накоплений; неорганизованный сток атмосферных осадков.

Геологический разрез коренного склона правого берега р. Томи представлен отложениями снизу-вверх: каменноугольной системы верхнего палеозоя, палеогеновой и четвертичной систем.

Каменноугольная система сложена *сложнодислоцированными с вертикальной слоистостью* глинистыми сланцами с *прослойками алеврита и песчаника карбонового возраста, которые являются фундаментом Кольвань-Томской складчатой зоны.*

Нерасчлененные отложения мел-палеогена – кора выветривания алевритоглинистых сланцев представлена серыми и белыми каолинизированными глинами. *На отдельных участках коры выветривания имеются депрессии (понижения) с абсолютными отметками дна 93,2-94,5 м, которые являются древними ложбинами стока. Образование древних ложбин стока в основном связано с тектоническими нарушениями палеозойского фундамента. В породах, слагающих тальвеговые части, отмечаются включения дресвы и щебня, а также дайки диабазов юрского возраста.*

Палеогеновая система представлена континентальными фациями олигоцена - отложениями новомихайловской и лагернотомской свит. *Данные отложения представлены водонасыщенными разнозернистыми песками: мелкими,*

средней крупности и гравелистыми с включениями тонких прослоев и линзами суглинка и глин, с растительными остатками, а также суглинком и глинами полутвердыми с включением гравия до 5-7 %.

Четвертичная система представлена отложениями кочковской свитой, сложенной супесями, суглинками, песками тайгинской свиты и сложена глинами и суглинками с прослоями песка [1].

В пределах исследуемой территории выделяется 4 водоносных горизонта:

- техногенный водоносный горизонт (верховодка);
- локально-обводненный водоносный горизонт оползневых отложений;
- водоносный горизонт палеоген-четвертичных отложений;
- водоносная толща трещиноватой зоны палеозойских образований.

Совместное воздействие природных факторов, описанных выше, и техногенной составляющей, такой как нагружение склона в следствие строительства зданий и сооружений, привело к активизации оползневых процессов. Было установлено, что на территории Лагерного сада развиваются оползни вязкопластичного течения, скольжения, выпирания и сдвига [6].

Основная причина развития данных процессов кроется в постоянном обводнении грунтового массива за счет притока подземных и поверхностных вод, а также техногенных утечек. Для обеспечения устойчивости склона Лагерного сада были проведены противооползневые мероприятия, включающие в себя устройство вертикальной стенки упорного пояса берегоукрепления из сборных бетонных блоков (контрбанкет); устройство оголовков водовыпусков из монолитного ж/бетона; отсыпка контрбанкета из песчано-гравийной смеси в основании склона; крепление откосов и бERM набережной сборными и монолитными железобетонными плитами; устройство сходов и съездов на набережной; устройство автодороги на набережной; улоаживание склона и устройство бERM; организация поверхностного стока с устройством водосборных лотков, лотков-перехватчиков, водосбросов и водовыпусков (коллекторов); устройство прислонных дренажей, дренажных прорезей и каптаж родников; устройство сходов на склоне; благоустройство склона; строительство дренажной горной выработки (начало строительства - 1991 г.) для отвода подземных вод.

Трасса дренажной горной выработки (ДГВ) в проекции на поверхность простирается от мемориала воинам Томичам до ул. 19-й Гвардейской дивизии. ДГВ разделяется на три участка: штольня № 1, западное крыло (протяженность 830 м); штольня № 1, восточное крыло (протяженность 596 м) и штольня № 2 (протяженность 1300 м). Также проходка ДГВ включала в себя устройство сквозных фильтров, проходящих через весь обводненный массив грунта, и восстающих скважин.

Склон Лагерного сада включает в себя более 20 оползневых тел (рис.), многие из которых благодаря защитным мероприятиям стабилизировались. Однако, межоползневые гребни подвержены интенсивной переработке в результате струйчатой эрозии и процессов выветривания обнаженных коренных пород.

В период с апреля 2019 г. по декабрь 2020 г. проводился мониторинг склона Лагерного сада, которым занималась компания НПФ «Геостройпроект». В состав работ кроме регулярных замеров дебита родников склона и водовыпусков в дренажной горной выработке, входит определение спектра основных показателей химического и микробиологического состава подземных вод, а также замеры марок, расположенных на всех оползневых телах.

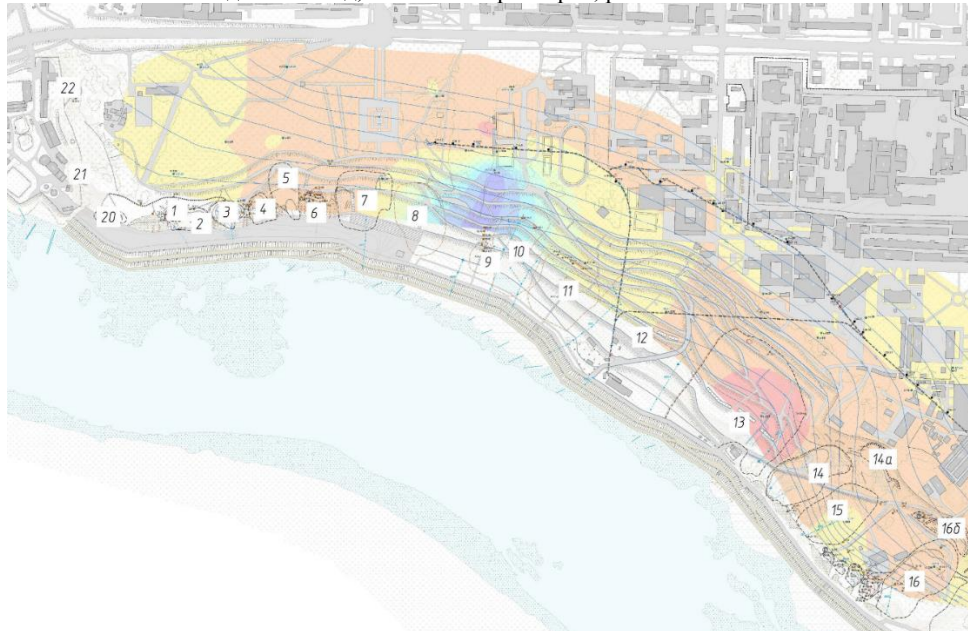


Рис. Расположение оползневых тел на территории Лагерного сада по состоянию на 2020 г. (цифрами показана нумерация оползней, черной линией - ДГВ)

По результатам мониторинга 2019-2020 гг. следует вывод, что оползни №№ 1, 2, 3, 4, 6, 9, 10, 11, 15, 16 находятся в движении. В некоторые периоды смещения достигают 90 см. Наибольшие смещения оползней наблюдаются в апреле и мае. Это связано с подъемом уровня грунтовых вод в следствие интенсивного таяния снега, что приводит в свою очередь к замачиванию грунтов и вызывает подвижки склона [7].

Также, в следствие выхода из строя водовыпусков произошло заболачивание участка склона в районе оползня №10, данный участок обводнен, зарос болотной растительностью. С каждым годом болото стремительно увеличивается.

В процессе обследования оползневого склона были выявлены нарушения дорожного покрытия (трещины разрыва) и места начала оврагообразования, также выявлены нарушения работы водовыпусков и водоотводных лотков. Для дальнейшей работы берегоукрепительного комплекса необходимо произвести их ремонт и очистку.

Литература

1. Иванчура А.Л., Нестеров А.В. Изучение экзогенных геологических процессов на участке Лагерный сад\ А.Л. Иванчура, А.В. Нестеров - Томск, 2005
2. Иванчура А.Л. Отчет Лагерносадской партии (оползневой станции) по результатам работ 1983-86 гг., Томская ГРЭ, Томск, 1987. – 182 с. № 35832/55. Инв. № 757/1
3. Информационный бюллетень о выполненных работах по оказанию услуг по мониторингу оползневого склона Лагерного сада в 2016г. - Томск, 2017
4. Кузеванов Константин Иванович. Использование геоинформационных технологий при исследовании процессов техногенного подтопления урбанизированных территорий (на примере г. Томска) [Электронный ресурс] / К. И. Кузеванов, Е. М. Дутова, Д. С. Покровский // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ] / Томский политехнический университет (ТПУ). - 2004. - Т. 307, № 7. - [С. 30-35].
5. Макушин Ю.В., Кузеванов К.И. Гидрогеологическое обоснование горизонтального дренажа оползневого склона // Межвузов. сб. научн. тр. - Тюмень: ТИИ, 1991. - 28-34.
6. Ольховатенко В.Е. Опасные природные и техногенные процессы на территории г. Томска и их влияние на устойчивость природно-технических систем. – Томск, 2005. – 141 с.
7. Шлюрпа Н.В. Динамика оползней Лагерного сада г. Томска // Экология России и сопредельных территорий: матер. VIII Междунар. эколог. студ. конф. Новосибирск, 2003. С. 115-116.

МИГРАЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВОДАХ РЕКИ УЛЛУ-МУРУДЖУ (КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕСИЯ)

Торопов А.С.

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, г. Москва, Россия

Проблеме малых рек в России уделяется значительное внимание, вопрос их текущего состояния является актуальным для сохранения хозяйственного, экологического и рекреационного потенциала. Также на примере локальных гидроэкосистем может быть изучена миграция химических элементов с уникальными геохимическими условиями и дальнейшей интерпретацией результатов с применением их в более масштабных моделях и эколого-геохимических исследованиях.

Для предсказания поведения токсичных элементов в водных экосистемах необходимо четко понимать, как процессы протекают в естественных условиях. Изучение геохимических особенностей миграции элементов в условно фоновых объектах позволяют раскрыть ключевые факторы поведения значимых с геоэкологической точки зрения элементов для разработки моделей миграции и реалистичных прогнозов их миграционной способности. Исследование объектов на территории особо-охраняемых территорий позволяет нивелировать техногенное воздействие и рассматривать природные механизмы миграции вещества более обособленно.

Цель данной работы – комплексно оценить особенности миграции химических элементов, в том числе и радиоактивных элементов в конкретных геохимических условиях. В работе детально изучен химический состав, а также формы миграции элементов в реке Уллу-Муруджу, Карачаево-Черкесия. Река расположена в Тебердинском биосферном заповеднике. Питание преимущественно ледниковое. Также реку питают карово-котловинные озера, расположенные в альпийской зоне, среди которых можно выделить наиболее крупные Голубое Муруджинское и Черное Муруджинское. Истоки реки формируются в пределах Бокового Кавказского хребта, сложенного преимущественно гранитами. Полной информации по химическому составу и содержанию микроэлементов данного объекта нет, однако в научно-популярных источниках и туристических буклетах имеется информация о том, что Уллу-Муруджу является самой чистой рекой Карачево-Черкесии, а ее воды протекают по серебряным жилам и обогащаются ионами серебра.

Пробы воды были отобраны в нижнем течении реки слева от моста через Военно-Сухумскую дорогу, на 200 метров выше места впадения Уллу-Муруджу в реку Теберда в октябре 2020 года. Место популярно для остановки туристических экскурсий по пути на курорт Домбай.

Пробы анализировали методами потенциометрии, ионной хроматографии, оптико-эмиссионной спектрометрии и масс-спектрометрии. Органическое вещество анализировалось оксидиметрически и по поглощению УФ-спектра.

Размерные формы миграции химических элементов определяли методом мембранной фильтрации и ультрацентрифугирования. Расчет миграционных форм отдельных элементов проводился с помощью программного комплекса Visual Minteq 3.1.

Воды реки по значению водородного показателя относятся к слабокислым (рН=6,34), ультрапресным с минерализацией 28 мг/л). По ионному составу воды гидрокарбонатно-сульфатные кальциевые. Содержание органических веществ 2 мг/л, соотношение гуминовых и фульвокислот составило 1:16. Отношение SO_4^{2-}/Cl^- равно 8,1. Присутствие незначительных концентраций нитрат-ионов может быть следствием минерализации ила донных отложений карово-котловинных озер, питающих реку.

Таблица

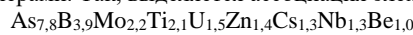
Химический состав воды реки Уллу-Муруджу, мг/л

Компонент	TDS	CO ₂	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	F ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺
Содержание	28	5,2	17,0	8,1	1,0	0,72	0,33	6,60	1,04	1,40	0,36

TDS – общая минерализация.

В воде не отмечено превышений относительно ПДК для питьевой воды. Сравнивая с кларками речных вод (Turekian, 1969, Meybeck, 1982, Gaillardet et al., 2005), установлено, что изученные воды примерно в 4 раза менее минерализованы относительно среднемировых кларковых значений [1]. По макрокомпонентам эта тенденция сохраняется – кларки концентраций хлоридов, гидрокарбонат-ионов, кальция, магния, калия и натрия изменялись в пределах 0,15÷0,25. Для сульфат-ионов кларк концентрации составил 0,80, для кальция – 0,41. По величине индекса насыщения воды пересыщены относительно кварца, гиббсита, галлуазита, каолинита, а также фосфатов редкоземельных элементов.

Данные по кларку концентрации широкого списка элементов, относительно среднемировых речных вод представлены на рисунке 1. Большая доля элементов аналогично общей минерализации имеет кларки концентраций меньше единицы, в диапазоне 0,2-0,5. Однако вода реки Уллу-Муруджу обогащена отдельными элементами, которые можно считать ее геохимическими реперами. Так, выделяется ассоциация элементов с Кк выше 1:



Повышенные содержания мышьяка в воде все еще далеки от уровня, установленного нормативными документами (в 10 раз ниже ПДК по СанПиН 2.1.4.1074-01), и могут быть следствием разгрузки подземных вод зон окисления пород медного, вольфрамового, а также полиметаллического типов и с выщелачиванием элементов из подстилающих дно реки горных пород. В водах реки обнаружены очень низкие концентрации серебра – порядка 3,5 нг/л, что в 85 раз ниже кларковых значений для речных вод.

При оценке распределения миграционных форм методом термодинамического моделирования с помощью программы Visual Minteq 3.1. установлено, что такие элементы как цинк, барий, кобальт, никель преимущественно (85-96%) мигрируют в ионной форме, с незначительной долей связанных с гуминовыми веществами, преимущественно в виде слабо электростатически связанных форм.

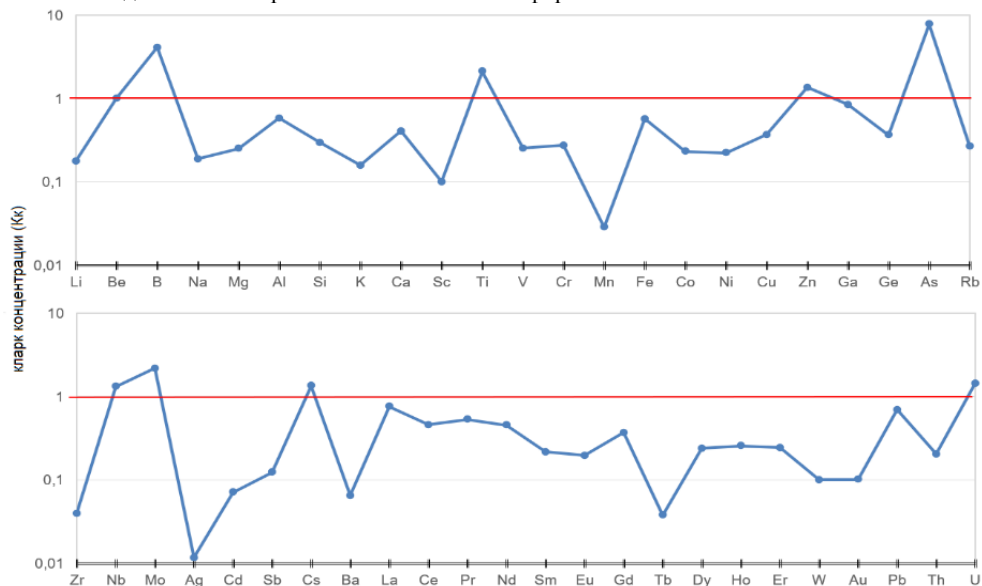


Рис. Кларки концентраций химических элементов относительно речных вод. Красным выделен Кк = 1

Медь, кадмий, свинец, уран имеют доминантную форму миграции, связанную с гуминовыми кислотами (60-70%), а торий, железо, европий и гадолиний – с фульвокислотами (от 60 до 98%). Алюминий в текущих геохимических условиях мигрирует в виде фторидных комплексов, титан – в виде его гидроокиси. Для редкоземельных элементов, кроме Eu и Gd, константы комплексообразования с гуминовыми веществами в данном программном комплексе не рассчитывались [2], но можно предположить, что и другие представители ряда лантаноидов будут связаны с гуминовыми веществами в воде практически на 100 %, с увеличением афинности к фульвокислотам от легких РЗЭ к тяжелым. В отсутствие таких констант программный комплекс рассчитывает возможные миграционные формы лантаноидов как ионные (Me³⁺ - с монотонным уменьшением доли такой формы во всем ряду РЗЭ от 44% для La до 24 % для Lu), слабо электростатически связанные с фульвокислотами (аналогичный убывающий ряд La-Lu – 28-16%), сульфатные комплексы MeSO₄⁺ (убывающий ряд La-Lu – 11-5%), MeCO₃⁺ (возрастающий ряд La-Lu – 5-32 %). Расчетные формы миграции урана в водах р. Уллу-Муруджу значительно отличаются от таковых для иных специфических геохимических обстановок, как например ручьи Семипалатинского испытательного полигона [3], что отражает высокую изменчивость поведения данного элемента в зависимости от условий среды. В то время как формы тория остались практически неизменными.

При изучении размерных форм миграции элементов, установлено, что доля коллоидных форм (от 10 кДа до 0,45 мкм) редкоземельных элементов изменяется в широких пределах – от 30 до 60%. Уран на 90% мигрирует в формах, которые проникают через мембрану 10 кДа, а более 70% тория задерживается на мембране.

Таким образом, эколого-геохимическое состояние реки Уллу-Муруджу соответствует ее охранному статусу. Даже крайне низкие концентрации органических веществ способны определять доминирующие формы широкого спектра элементов. Не подтвердились сведения об обогащении вод реки серебром. Высокая сохранность ландшафта, эстетического вида и отсутствие следов хозяйственной деятельности показывает существенный рекреационный потенциал данного объекта.

Литература

1. Gaillardet J., Viers J., Dupré B. Trace Elements in River Waters /Treatise on Geochemistry: 2nd Ed. V. 7. - 2013. P. 195-235.
2. Milne, C. J., Kinniburgh D. G., Van Riemsdijk W. H., Tipping E. Generic NICA - Donnan model parameters for metal-ion binding by humic substances// Environmental Science and Technology, - 37(5), - 2003. - 958–971.
3. Toropov A.S., Soldatova E.A., Rikhvanov L.P. Forms of radionuclides (U and Th) migration in natural waters under different geochemical conditions based on computational and experimental data// Bulletin of the Tomsk Polytechnic University Geo Assets Engineering. - 2020. - V.331 (12), - P. 7–21.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И КАЧЕСТВО ВОД РОДНИКОВ Г. ТОМСКА

Тургунбаев Б.У.

Научный руководитель доцент Хвощевская А.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На территории г. Томска имеется большое количество естественных выходов подземных вод на дневную поверхность в виде родников. Они являются одним из стратегических объектов и при возникновении чрезвычайной ситуации могут выступать как источники питьевой воды для населения. В настоящее время воды родников активно используются населением города в питьевых целях, как аналог чистой природной питьевой воды, а оценка их качества носит описательный характер – вкусная, прозрачная, чистая и пр. Получение информации о химическом составе вод родников является актуальным, т.к. позволит оценить их качество и установить характер и влияние антропогенного фактора на состояние подземных вод территории г. Томска.

Цель работы – изучить химический состав вод родников, оценить особенности их временной изменчивости и установить влияние на них антропогенного фактора.

Значительное количество родников зафиксировано в пределах исторической части города на территории Сибирского ботанического сада и Университетской рощи Томского государственного университета. Комплекс этих источников соответственно получил название «Университетские» или «Ботанические», исходя из их территориального расположения. Эта группа родников представляет особую культурно-историческую, ландшафтно-эстетическую, водохозяйственную и практическую значимость [1]. Их обозначенные выходы имеются в надпойменной террасе и на склоне прибрежной части р. Томь и обеспечивают водный баланс водных объектов исследуемой территории и главной водной артерии г. Томск р. Томи и питают озеро Университетское. Родники выходят на склоне и приподняты над озером, воды стекают в дренаж, затем поступают в озеро. Данная зона большей своей частью входит в состав водоохранной зоны р. Томь. Исследуемая территория приурочена и занимает часть Кировского района г. Томска.

В основу работы положены данные химического состава вод 5 родников: Дионисия (1), Святой Анны (2), Флоринский (3), Ренкуль (4), Университетский (5). Отбор проб вод и исследование их состава проводилось в октябре 2020 г. с участием автора. Химический анализ вод выполнялся в ПНИЛ ГГХ ИШПР ТПУ инженерами Хребтовой Д.С., Куровской В.В., Погуца А.С. Определение параметров состава вод проводилось по методикам, включенным в федеральный информационный фонд с использованием методов титриметрии, потенциометрии, фотоколориметрии и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Результаты представлены в таблице.

Согласно данных полевых наблюдений, воды всех родников имеют благоприятные органолептические свойства, они прозрачные, без цвета и без запаха. Температура воды колеблется от 7 до 10⁰С, а расход варьирует от 0,16 л/с до 1,15 л/с (род. Университетский). Из таблицы видно, что воды всех родников являются пресными с минерализацией (М) от 673 до 779 мг/л, нейтральными либо слабощелочными, с преобладанием последнего типа, жесткими (7,4-8,7 °Ж). По классификации С.А. Шукарева воды относятся к гидрокарбонатно-кальциевому типу, что характерно для природных подземных вод Томского района. Однако, в анионном составе вод отмечается значительное количество сульфат – иона до 12 % экв. и хлорид – иона до 16 % экв., а в катионном ионов магния и натрия до 18 и 21 % экв. соответственно, что указывает на дополнительный (неприродный) источник поступления отмеченных компонентов в воды. На ряду с этим в водах отмечается повышенное содержание нитрат-иона, что указывает на идущий в водах процесс минерализации органического вещества, имеющий длительный характер. Этот факт подтверждает и присутствие СО₂^{св} и величина перманганатной окисляемости (П.Ок.). Обобщенные формулы солевого состава исследуемых вод (их химический тип) представлены в таблице.

Содержание большинства исследованных микрокомпонентов находится на уровне природных фоновых значений и не превышает допустимых для питьевых вод ПДК. На границе допустимых значений либо их превышает содержание железа и марганца, что характерно для природных подземных вод исследуемой территории, как и высокое содержание в них бария и стронция. На ряду с этим наблюдаются высокие концентрации мышьяка, бора и лития, относящихся ко 2 классу высокоопасных компонентов, нормируемых по санитарно-токсикологическому признаку

вредности. Сумма отношений содержаний этих компонентов к соответствующим ПДК составляет 1,17 единиц, т.е. превышает 1,0 и указывает на потенциальную опасность присутствующих в водах веществ здоровью человека при использовании данных вод в питьевых целях [3].

Следует заметить, отмеченные особенности химического состава вод исследуемых родников носят постоянный характер, о чем свидетельствуют данные полученные в период с 2015 по 2019 гг. При этом выделенные в составе вод компоненты в совокупности с их повышенным содержанием указывают на наличие антропогенной нагрузки на подземные воды данной территории. Полевые наблюдения за особенностями техногенной нагрузке на исследуемую территорию показали, что основными видами негативного воздействия на подземные воды являются: ливневые сточные воды с территорий промышленных площадок заводов, жилых микрорайонов и автодорог; несанкционированные мусорные свалки; места организованного сбора мусора с жилых домов; несанкционированные парковки автомобилей и зачастую на газонах, что влечет нарушение травяного покрова и вынос на дорожную поверхность почвенно-гравийного материала и его последующее попадание в ливневый сток пр. Значительные объемы отходов строительного мусора и блоков разрушенных зданий присутствуют в оконечной части Сибирского ботанического сада, а часть площадки Томского электромеханического завода сложена таковыми и в виде склона сформирована на западной оконечности озера Политехник. Основываясь на гигиенической классификации санитарных правил [3] степень влияния техногенного фактора на качество подземных вод родников является «Предельной» и характеризуется категорией «Стабильное превышение фоновых значений при их максимальных уровнях меньше ПДК».

Таблица

Химический состав вод родников

Показатель	С _{ср} [4]	ПДК [2]	1	2	3	4	5(2020г.)	5(2016г.)
pH, ед.pH	7,41	6,5-8,5	7,5	7,95	8,1	7,9	7,4	7,23
УЭП, мS/см		2,5	0,74	0,83	0,79	0,86	0,78	0,8
M, г/л	420	1,0-1,5	673	763	736	779	693	724
CO ₂ ^{св}	31		40,1	5,28	<3,0	5,28	30,8	44
CO ₃ ²⁻			<3,0	<3,0	7,8	<3,0	<3,0	<3,0
HCO ₃ ⁻	313		420	448	440	470	418	415
SO ₄ ²⁻	0,4	500	53	56	59	63	56	57
Cl ⁻	5,3	350	23	60	45	40	35	46
О.ж*,мг-экв/л	3,5	7-10	7,60	8,70	7,60	8,60	7,40	8,8
Ca ²⁺	66		120	140	120	144	116	146
Mg ²⁺	15		19,5	20,7	19,52	17,08	19,52	18
Na ⁺	14	200	28,10	36,00	47,70	43,60	46,00	40
K ⁺	1,2		8,9	2,1	4,9	1,2	2,1	1,84
NH ₄ ⁺	0,7	2,5	<0,05	<0,05	0,96	<0,05	<0,05	0,46
NO ₂ ⁻	0,011	3,0	0,08	<0,02	0,07	0,02	0,35	0,23
NO ₃ ⁻	0,025	45	22,8	9,3	5,2	23	27	30
П.Ок., мгО/л		5-7	1,88	1,42	3,28	1,1	1,34	1,5
1 класс опасности (чрезвычайно опасные)								
Be	0,0002	0,00024	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	0,000006	
Tl	0,0001		<0,0000001	<0,0000001	0,000010	0,000005	0,000003	
<i>Продолжение таблицы 1</i>								
2 класс опасности (высокоопасные)								
Al	0,17	0,5	0,0013	0,0031	0,0026	0,014	0,0082	
B	0,06	0,5	0,10	0,093	0,065	0,070	0,065	
Ba	0,025	0,1	0,10	0,0667	0,049	0,066	0,060	
Co	0,00034	0,1	0,00055	0,00013	0,00026	0,00019	0,00028	
Cd	0,00015	0,001	<0,000001	<0,000001	<0,000001	0,0000054	0,000005	
Li	0,01	0,03	0,0078	0,011	0,0053	0,010	0,0095	
Mo	0,0009	0,25	0,00002	0,0014	0,0013	0,00027	0,00034	
As	0,002	0,05	0,00034	0,00075	0,0064	0,00045	0,00069	
Sr	0,19	7,0	0,55	0,48	0,53	0,56	0,37	
3 класс (опасные)								
Fe	0,7	0,3	0,21	0,17	0,55	0,20	0,17	0,06
Cr	0,003	0,1	0,0033	0,0038	0,0029	0,0047	0,0033	
Mn	0,059	0,1	2,13	0,13	1,48	0,0039	0,20	0,21
Zn	0,043	1,0	0,0016	0,0039	0,0018	0,00039	0,0040	
Cu	0,05	1,0	0,00047	0,00055	0,00045	0,00035	0,00048	

УЭП – удельная электрическая проводимость, О.ж. - общая жесткость, Ионный состав включает компоненты с содержанием более 10 % экв.; С_{ср}-среднее содержание в водах провинции умеренно-влажного климата [4]; жирным шрифтом выделены компоненты с высоким содержанием.

Проведенные исследования показали, что антропогенное влияние на подземные воды исследуемой территории носит постоянный характер, о чем свидетельствуют стабильно высокие содержания нормируемых

компонентов (натрия, сульфат-, хлорид-, нитрат-ионов) за 5 летний период наблюдения за составом вод родников. Отмеченные особенности свидетельствуют об удовлетворительном качестве вод родников и их использование в питьевых целях на регулярной основе не желательно.

Литература

1. 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].
2. СанПиН 2.1.4.1175 – 02 Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901836057>.
3. СП 2.1.5.1059 – 01 Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901794517>.
4. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. – 2-е изд., исправл. и доп. – М.: Недра, 1998. – 366 с.

ИЗУЧЕННОСТЬ ВЛИЯНИЯ ЦИКЛИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ СОСТОЯНИЯ СЕЗОННОМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ В СОЧЕТАНИИ С ОТТАИВАНИЕМ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ НА ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Филимонов А.А.

Научный руководитель профессор Строкова Л.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Основной задачей при вскрытии многолетнемерзлых грунтов по трассе проектируемого трубопровода, является корректная оценка изменения геокриологических условий при техногенном воздействии, и выбор способа прокладки трубопровода, обоснованный как технически, так и экономически.

Подземный способ прокладки трубопровода заключается в монтаже трубопровода ниже планировочной отметки земли, в теле грунта. Преимущества подземной прокладки заключаются в возможности устройства трубопровода в сложнейших геологических условиях (подземные переходы, горизонтально-наклонное бурение), технологичности строительного процесса, низкую стоимость строительно-монтажных работ по сравнению с наземным и наземным способами.

Но также есть и ряд больших недостатков: непосредственное температурное воздействие на многолетнемерзлые грунты с последующими осадками грунтов, затруднительность наблюдения за состоянием трубопровода и проведения ремонтных работ, высокая аварийность и сложность расчета системы «грунт-трубопровод». Также к минусам можно отнести то, что для подземной прокладки, в связи с ее непосредственным контактом с грунтом на протяжении всей трассы, требуются максимально детальные инженерные изыскания.

Мерзлые грунты, как известно, отличаются от дисперсных немерзлых грунтов сцементированностью минеральных частиц грунтом и наличием криогенной структуры и текстуры. Это обуславливает фазовые переходы грунтовой воды в лед и обратно, что сопровождается сложными физико-химическими процессами. Промерзание и протаивание грунтов является термодинамическим процессом, протекающим в неоднородной капиллярно-пористой среде. Во время сезонного промерзания и протаивания происходит изменение температурного поля, в связи с чем, происходит преобразование не только льда, но и минерального, химического и органического состава скелета породы. Изменение агрегатного состояния и теплофизических характеристик среды происходит одновременно с массопереносом, вызванным миграцией влаги, что говорит о нелинейности процесса [4]. Задача о протекании данных процессов является одной из сложных задач математической физики.

Для решения данных задач существует значительное количество методов расчета теплового режима промерзающих-протаивающих грунтов.

Одной из наиболее простых является постановка задачи Стефана, или задачи о промерзании-протаивании пород с образованием границы раздела фаз [2]. В данной задаче рассматривается среда с возможностью образования единой фазовой границы – на тепловой изотерме с температурой фазового перехода грунта. При постановке задачи, среда имеет всего 2 зоны – мерзлую зону, с наличием воды в агрегатном состоянии льда, и талую, с наличием свободной и связанной воды в среде в жидком агрегатном состоянии. В общем случае, данная задача решается численно при помощи простейших программных комплексов.

Постановка задачи о промерзании-протаивании пород в спектре температур является усложненной задачей. Она позволяет учитывать фазовый переход связанной воды тонкодисперсных грунтов в спектре температур. Таким образом, при этой постановке, среда имеет 3 зоны – мерзлую, талую и промерзающую. Данная задача является более приближенной к реальному процессу, происходящему в среде, но в нем также, как и в задаче Стефана учитывается только кондуктивный теплоперенос.

Для полноценного учета процессов промерзания и оттаивания в тонкодисперсных грунтах, требуется учитывать не только кондуктивный перенос тепла, но и конвективный перенос, обусловленный наличием миграции и фильтрации влаги. При распределении тепловых полей, конвективный теплоперенос оказывает значительное влияние на смещение фазовых границ раздела. Поставленную задачу на данный момент можно моделировать следующими методами: для насыщенных грунтов процесс фильтрации моделируется на основе дифференциального уравнения Дарси, для ненасыщенных грунтов фильтрация описывается уравнением Ричардса или Бринкмана [3].

Перечисленные задачи описывают современное состояние физико-математического аппарата для решения задач тепломассопереноса, используемые при проектировании в условиях криолитозоны.

Изменения свойств грунтов при циклических процессах замораживания-оттаивания не привлекают широкого внимания исследователей, как например, исследования конкретных физических и механических свойств многолетнемерзлых грунтов. Важные исследования влияния циклического замораживания-оттаивания на различные свойства грунтов проводились Э. Чемберленом и А. Гоу, К. Эйгенбродом, Цараповым М.Н., Дж.-М. Конрадом, Е.П. Шушериной и рядом китайских ученых [5]. По результатам их отдельных исследований можно сделать некоторые выводы о влиянии циклических температурных воздействий на механические свойства грунтов: пористость плотных грунтов возрастает при замораживании-оттаивании, рыхлых грунтов – уменьшается; по мере увеличения циклов замораживания-оттаивания, увеличивается проницаемость оттаявших грунтов, в связи с образованием новых микротрещин при замораживании и больших пор при таянии льда; прочность мерзлых грунтов зависит от числа циклов замораживания-оттаивания; по мере увеличения циклов замораживания-оттаивания, возрастает сжимаемость мерзлых грунтов до 30%; удельное сцепление уменьшается при росте количества циклов замораживания-оттаивания; упругий модуль деформации зависит от степени предварительного уплотнения и числа циклов воздействия [1].

Отдельно хочется выделить, что результатам части исследований одних авторов противоречат результаты исследований других авторов, что может говорить только о том, что мерзлый грунт является сложной системой с множеством переменных, влияющих на конечный результат.

Еще в начале 50-ых годов 20 века профессором В.А. Кудрявцевым была создана классификация типов сезонного промерзания и протаивания горных пород по определяющим признакам: средней годовой температуре пород, годовой амплитуде температуры на их поверхности, влажности пород и составу пород. Данная классификация позволяет выявлять общие и региональные закономерности формирования температур пород и закономерности изменения мощности сезонноталых и сезоннемерзлых грунтов, что дает возможность прогнозировать изменение условий и температур, вызванных как естественным путем, так и при техногенном воздействии [2].

Анализ нормативно-технической документации по проектированию подземных трубопроводов в криолитозоне показал, что в нормах регламентированы основные принципы проектирования системы «трубопровод-мерзлый грунт», позволяющие учитывать первостепенные негативные факторы – просадка при оттаивании ММГ, морозное пучение грунтов. При этом, в части норм приняты допущения, не учитывающие факторы изменения криогенного строения грунтов, миграции влаги, изменения поверхностных условий при циклических замерзаниях-оттаиваниях. Например, СП 36.13330 гласит, что трубопроводы при использовании их по принципу II необходимо рассчитывать на просадки и пучения. Данный пункт в большей степени относится к многолетнемерзлым грунтам, а не к деятельному слою, но все же просадка и пучение при II принципе будет учитывать эти же процессы в деятельном слое. При этом, при использовании грунтов основания по I принципу, дополнительного учета криогенных процессов не требуется, что означает, что многократными циклическими изменениями состояния грунтов, которые происходят в слое сезонного оттаивания в течение периода эксплуатации, можно пренебречь. Также, поскольку физические законы изменения свойств мерзлых грунтов до конца не изучены, для многих процессов математически не описаны законы их работы, данные изменения не могут быть регламентированы, но на мой взгляд, должны быть освещены в нормах и учтены поправочными коэффициентами.

В наше время технологический прогресс позволяет улучшить процесс проектирования путем использования различных специализированных программных комплексов для упрощения расчетных задач, основанных на определенных расчетных методах. Применение данных комплексов основано на общеизвестных численных методиках и должно отвечать установленным нормативным требованиям. Применение программных комплексов позволяет получать большие объемы данных, проводить экспериментальные расчеты, изучать закономерности, получать более детальные расчеты, ранее недоступные из-за сложности проведения ручного расчета. При этом, на данный момент, расчеты системы «трубопровод-мерзлый грунт» в большинстве случаев проводится поэтапно с решением отдельных задач – тепломассоперенос, расчет деформаций, прочность и устойчивость трубопровода. Но при выявленной сложности данной системы, лучшим решением является учет изменений системы в едином комплексе, решая одновременно все взаимовлияющие задачи.

Подводя промежуточный итог, современное состояние изученности влияния циклических изменений состояния деятельного слоя и нормативной базы, объединяющей в себе многолетний опыт проектирования и изучения криолитозоны, является достаточной для проведения большинства проектных работ на площадных объектах, линейных сооружениях, устроенных как надземно, так и подземно. При этом, большинство исследований показывают, что при циклических процессах промерзания-оттаивания происходят значительные изменения физико-химических свойств грунтов, что, безусловно, должно быть полноценно изучено, описано языком математической физики и нормировано. Для таких сложных систем, как «многолетнемерзлый грунт - подземный трубопровод» данные изменения несут большую важность и должны быть учтены для увеличения безопасности эксплуатации сооружения.

Литература

1. Болдырев, Г.Г. Влияние циклического замораживания-оттаивания на прочность и деформируемость мерзлых грунтов: состояние вопроса [Текст] / Г. Г. Болдырев, И. Х. Идрисов // Инженерная геология – 2017. - №3 – С. 6 - 17.
2. Основы геокриологии [Текст] : учебное пособие. 2-ое изд. / Тюменский государственный университет ; сост. А. А. Вакулин . – Тюмень : Изд-во Тюменского государственного университета, 2011. - 220 с.
3. Официальный сайт программного продукта Frost 3D компании ООО «НТЦ «СИММЭЙКЕРС» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.frost3d.ru/>.
4. Специальная инженерная геология [Текст]: учебник / В.П. Ананьев, А.Д. Потапов, Н.А. Филькин. – М.: ИНФРА-М, 2019. – 263 с.

5. Chamberlain, E. Effect of freezing and thawing on the permeability and structure of soils [Text] / E. Chamberlain, A. Gow // Engineering Geology. – 1979. – V. 2. – P. 73-92

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МОДИФИКАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ГРУНТА ДОБАВЛЕНИЕМ СТИМУЛЯТОРОВ МИКРОБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Цагурия Г.М.

Научный руководитель - доцент Софинская О.А.

Казанский (Приволжский) Федеральный университет, г.Казань, Россия

Массивы торфов и сапропелей осложняют инженерно-геологические условия, резко изменяя свои физико-механические свойства во влажном состоянии [1, 2]. Способом избежать сложностей на пути эксплуатации таких грунтов, является их экскавация. Однако данный способ не рационален, например, при залегании линзы грунта на глубине и при индивидуальном строительстве на ограниченной площади.

Цель представленной работы: изменение свойств торфов и сапропели путем стимуляции деятельности аборигенных гетеротрофных организмов. Торф — это органический грунт гидроморфного генезиса, содержащий в своем составе по массе 50% и более органического вещества (ГОСТ 25100-2020). Сапропели представляют собой органико-минеральный или органический осадок пресноводных застойных водоемов, с массой органического вещества более 10%, текучепластичной или текучей консистенции (ГОСТ 25100-2020).

Объектами исследования являлись образцы из Зеленодольского района Республики Татарстан: низинный торф - из устьевой части памятника природы Ильинская балка, верховой торф - из Долгого болота, на территории Раифского участка Волжско-Камского государственного биосферного заповедника, сапропель - из донных слоев безымянного озера, расположенного на 300 м к югу от Ильинской балки, на глубине 10-25 см и 30-55 см.

Для стимуляции гетеротрофов использовалась питательная среда R2A, содержащая вытяжку торфа, в которой при температуре +8°C в течение 1 месяца замачивалась губка-носитель. Сконструированы герметичные установки, состоящие из следующих узлов: патрон, бронзовая сетка (ячейка 0,04 мм), образец (100 x 30 мм), губка-носитель микрофлоры, сверху и снизу - система патрубков для подачи воды и сбора фильтрата. Образец полностью насыщался влагой за счет постоянной подкачки сверху по замкнутому циклу. Установки экспонировались при температуре +14±2°C. До и после эксперимента грунт испытывали на полную влагоемкость, верхний и нижний пределы пластичности (ГОСТ 5180-2015), абсолютную проницаемость (установка Wille Geotechnik, Германия), краевой угол смачивания (КУС, метод прикрепленного пузырька), содержание органического углерода (ГОСТ 26213-91). Исходно исследуемые грунты находились в текучем состоянии, а нижний слой сапропели – в текучепластичном. При сохранении полного влагонасыщения после опыта показатель текучести торфов увеличился, а сапропели перешли в пластичное состояние. Снизилось содержание органического вещества: в несколько раз – у сапропели и на несколько процентов - у торфов.

Все исследуемые грунты проявляли гидрофобность (КУС достигал на отдельных участках 140°), которая частично снималась после опыта. Таким образом, стимуляция аборигенной микрофлоры привела к существенному изменению свойств исследованных органогенных грунтов, что может быть полезно для разработки новых методов инженерной мелиорации грунтов.

Литература

1. Базин Е.Т., Гамаюнов Н.И., Лиштван И.И., Терентьев А.А. «Физика и химия торфа». – Москва, 1989.
2. Министерство Транспортного Строительства «Методические Указания По Инженерно-Геологическому Обследованию Болот При Изысканиях Автомобильных И Железных Дорог» Государственный Всесоюзный Дорожный Научно-Исследовательский институт (СОЮЗДОРНИИ). – Москва, 1973

ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ВЛИЯНИЯ НА ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ В ВОДОСБОРЕ РЕКИ ГАНЬЦЗЯН (КНР, ПРОВИНЦИЯ ЦЗЯНСИ)

Чжоу Д.

Научный руководитель - профессор Савичев О.Г.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Подземные воды играют важнейшую роль в хозяйственно-питьевом, техническом и сельскохозяйственном водоснабжении и формировании общих ресурсов пресных вод. Следовательно, рациональное использование и охрана ресурсов подземных вод способствуют устойчивому социально-экономическому развитию многих регионов мира, включая водосбор озера Поянху – одного из самых больших в Китае пресных озер. Это – крупнейший природный регулятор водного стока в бассейне реки Янцзы, а также место обитания редких перелетных птиц. Однако в последние десятилетия, в связи с быстрым социально-экономическим развитием, ростом населения, объемов воотведения и забора подземных вод, использованием химических удобрений и пестицидов, состояние поверхностных и подземных вод на этой территории ухудшилось [1, 2].

Объектом исследования данной статьи является бассейн реки Ганьцзян в провинции Цзянси, Китай, которая является крупнейшей рекой в бассейне озера Поянху. Таким образом, оценка воздействия хозяйственной деятельности

на подземные водные объекты в бассейне реки Ганьцзян является важным условием разработки эффективных водоохранных мероприятий для всего водосбора озера Поянху.

Отбор проб речных и подземных вод в водосборе р. Ганьцзян проведен в ноябре 2019 г. коллективом российских, китайских и индийских исследователей. В ходе опробования было отобрано 9 проб, в том числе две пробы подземных (грунтовых) вод (в водосборах притоков р. Наньцзян – рек Цзиньдзян и Юаньшуй), 7 – речных и сточных вод. Схема расположения точек опробования показана на рисунке. Электропроводность (ЕС), температура (Тw), рН и Eh измерялись на месте. Химический состав раствора выполнен аккредитованной гидрогеохимической лабораторией Томского политехнического университета.

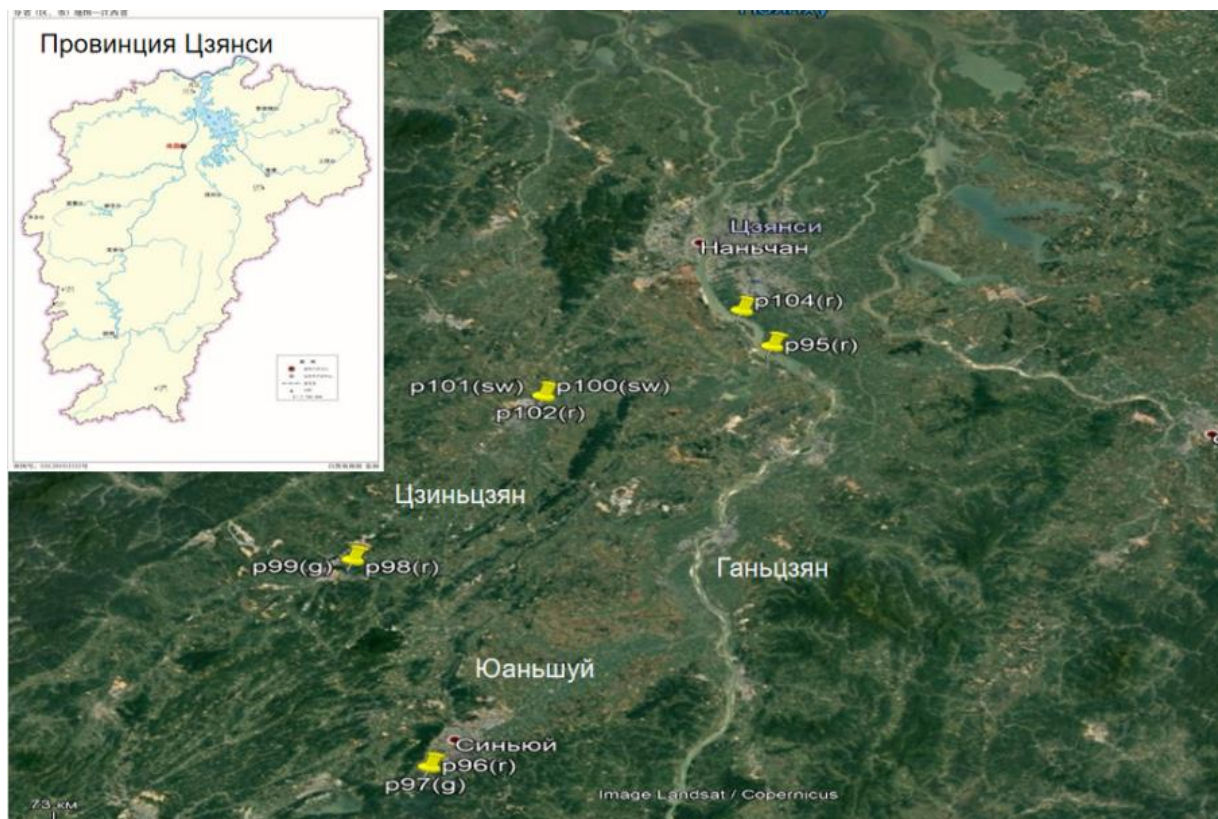


Рис.1 Схема расположения точек опробования

Результаты исследований общего химического состава приведены в таблице. По классификации О.А. Алекина [3], грунтовые воды в реке Цзиньдзян являются ультрапресными (200 мг/л), а в водосборе реке Юаньшуй – умеренно пресными (200–500 мг/л).

Таблица

Химический состав поверхностных и подземных вод в водосборе реки Ганьцзян в 2019 г.

Номер	P98	P99	P96	P97
Объект	р. Цзиньдзян (Jinjiang)	Подземные воды, колодец (2,15 м)	р. Юаньшуй (Yuanshui)	Подземные воды, скв. (7,7 м)
Пункт	159 км от г.Наньчань	левый берег, 0,15 км от р98	116 км от устья (устье в 87 км от г.Наньчань)	левый берег, 0,04 км от р96
рН(поле)	7,48	5,73	7,50	6,80
Eh, мВ	207	209	142	98
мг/дм ³				
O ₂	8,2	3,0	5,9	4,1
CO ₂	3,5	18,5	3,5	5,3
ПО	1,30	0,08	1,92	0,27
Сорг.	1,04	0,50	1,45	0,50
ЕС(поле)	293	333	257	635
Σ _{mi}	176,7	143,1	180,4	409,8
Ca ²⁺	24,4	14,0	29,3	63,9
Mg ²⁺	3,2	4,6	3,9	16,3
Na ⁺	19,8	9,7	7,9	11,7
K ⁺	2,5	28,8	2,3	16,1

СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ

Номер	P98	P99	P96	P97
HCO ₃ ⁻	87,0	34,0	110,0	231,0
Cl ⁻	10,8	10,0	8,6	45,0
SO ₄ ²⁻	29,0	42,0	18,4	25,9
NO ₃ ⁻	0,050	35,000	0,050	21,600
NO ₂ ⁻	0,010	0,110	0,010	0,010
NH ₄ ⁺	0,025	0,025	0,025	0,025
Zn	0,872	3,960	0,050	13,565
Sr	61,383	44,870	154,972	323,656

Грунтовые воды в районе исследования слабокислые и мезосапробные. Содержание SO₄²⁻, NO₃⁻, K⁺ в пунктах p99, p97 выше, чем в пробах речных вод, отобранных вблизи пунктов отбора грунтовых вод (таблица). Повышенное содержание сульфатов, возможно, связано с промышленным или бытовым загрязнением, а повышенное содержание NO₃⁻ и K⁺ – с широким использованием химических удобрений или пестицидов в сельском хозяйстве. Также можно предположить, что поверхностные воды (вследствие более высокой скорости водообмена) характеризуются более значительной способностью к самоочищению (по сравнению с грунтовыми).

Литература

1. Sun Z., Soldatova E.A, Guseva N.V., Shvartsev S.L. Impact of human activity on the groundwater chemical composition of the south part of the Poyang Lake Basin // IERI Procedia. 2014. Vol. 8. P. 113–118. doi: 10.1016/j.ieri.2014.09.019.
2. Yan B., Xing J., Tan H., Deng S., Tan Y. Analysis on water environment capacity of the Poyang Lake // Procedia Environmental Sciences. 2011. Vol. 10. P. 2754–2759
3. Алейкин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1953. 296 с.

АНАЛИЗ ЗАЩИЩЕННОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА СЕВЕРЕ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Шеховцова А.В.

Научный руководитель - Е.Н. Леонтьева

Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

После перекрытия Северо-Крымского канала район Перекопского перешейка и северная часть Крымского полуострова испытывают серьезный дефицит пресной воды [1]. Переброс воды с материка, опреснение морской воды и многие другие предлагаемые способы решения проблемы предполагают весьма серьезные затраты времени, финансов и энергии [3].

Ограниченность запасов пресных вод, необходимых не только для хозяйственно-питьевого водоснабжения, но и для функционирования стратегических предприятий, обуславливает необходимость рационального водопользования. В таких условиях проблема возможного загрязнения подземных вод за счет интенсивной хозяйственной деятельности человека является особенно актуальной.

Участок исследования расположен на Перекопском перешейке, между городами Армянск и Красноперекопск, где размещено несколько крупных промышленных предприятий, деятельность которых предполагает не только потребление огромного количества пресной воды, но и вероятность загрязнения окружающей среды в целом, и подземных вод в частности. Наиболее опасным в этом отношении объектом является техногенный водоем – накопитель сточных вод, который используется для сброса промышленных и хозяйственно-бытовых стоков.

Накопитель создан путем строительства глухой земляной плотины, отделяющей часть оз. Сиваш. Водоем не имеет искусственной гидроизоляции, в ходе его эксплуатации на дне сформировались осадки, которые условно считаются защитным слоем [4]. Состав стоков не нормируется и зависит от объема выпускаемой предприятиями продукции, а также от состава хозяйственных стоков населенных пунктов.

На объекте ведется постоянный мониторинг окружающей среды. На основании данных многолетних режимных наблюдений за подземными водами был проведен анализ защищенности водоносных горизонтов от поверхностного загрязнения.

Физико-географические условия района не являются благоприятными с точки зрения питания подземных вод и защиты их от загрязнения.

Климат на рассматриваемой территории приморско-степной, для которого характерно жаркое засушливое лето и недостаточное увлажнение летом [2].

Речная сеть района представлена концевыми участками рек и балками с периодическим стоком. На изучаемой территории насчитывается несколько соленых озер, режим которых нарушен хозяйственной деятельностью человека.

Рельеф района равнинно-волнистый слаборасчлененный, абсолютные отметки поверхности земли изменяются от 0 до 30 м [4].

Геолого-структурные особенности территории также играют в большей степени отрицательную роль в защите основных водоносных горизонтов от загрязнения.

Район исследований в геологическом отношении приурочен к приосевой части Северо-Сивашского прогиба, образованного сочленением южного борта Причерноморской впадины и северного борта эпигерцинской Скифской плиты. Геологический разрез представлен метаморфизованными породами фундамента и отложениями осадочного

чехла. Непосредственно на участке работ разрез изучен до глубины порядка 100 м, где вскрыты отложения от четвертичного возраста до мезоического регионаруса верхнего миоцена.

Согласно ранее проведенным исследованиям, около половины территории работ находится в зонах влияния тектонических нарушений, прежде всего, основного северо-западного простирания, ширина которого достигает 5-8 км. Кроме того, это нарушение пересекается субширотными нарушениями [4].

В гидрогеологическом отношении территория приурочена к Северо-Сивашскому артезианскому бассейну второго порядка.

Подземные воды на изучаемой территории приурочены ко всему осадочному чехлу. Регионально выдержанные водоупорные слои обеспечивают изолированность водоносных горизонтов и довольно четко прослеживаемую гидродинамическую и гидрогеохимическую зональность [2].

Наибольший интерес с точки зрения использования в целях водоснабжения представляют водоносные горизонты и комплексы зоны активного водообмена.

Воды четвертичных отложений приурочены к суглинкам, пескам, гравелитам, алевролитам, залегающим в виде прослоев и линз среди плотных глин и имеющим непостоянную водообильность. Область питания совпадает с областью распространения, поскольку питание осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, а также поверхностных вод. Разгрузка осуществляется путем испарения с зеркала грунтовых вод, фильтрацией в поверхностные водоемы, а также за счет нисходящего перетекания.

Для использования эти воды не пригодны поскольку имеют повышенную минерализацию, а также подвергаются загрязнению за счет гидравлической связи с поверхностными водоемами и водотоками. О загрязнении свидетельствуют результаты режимных наблюдений: практически повсеместно воды содержат повышенные концентрации хлоридов, сульфатов, натрия и такие компоненты как марганец, литий, стронций, хром, кобальт, которые попадают из промышленных и бытовых стоков.

Уровни в водоносном комплексе устанавливаются на отметках от 0,3 до 3 м, глубина залегания зеркала грунтовых вод до 1 м.

Водоносный горизонт средне-верхнеплиоценовых отложений также практически не эксплуатируется в районе работ, так как имеет непостоянную водообильность и характеризуется пестрым химическим составом воды с минерализацией до 50 г/дм³. Водовмещающими породами являются тонкозернистые глинистые пески и слабосцементированные песчаники в виде линз и прослоев в плотных глинах.

Подземные воды имеют гидравлическую связь с вышележащим четвертичным водоносным комплексом на участках, где отсутствуют разделяющие нижнечетвертичные водоупорные отложения. Кроме того, воды средне-верхнеплиоценовых отложений могут перетекать в нижележащий средне-верхнесармат-мэотис-понтических водоносный комплекс там, где отсутствует подстилающий водоупор.

Питание осуществляется в местах выхода водовмещающих пород на поверхность за пределами района работ, а также путем перетекания из четвертичного комплекса. Разгрузка осуществляется за счет водоотбора отдельными скважинами, фильтрацией в поверхностные водоемы и на отдельных участках путем нисходящего перетекания.

Напоры достигают 7-40 м, глубина залегания уровня на территории 0,1-15 м, местами наблюдается самоизлив из скважин [4].

Несмотря на наличие перекрывающего водоупора и довольно высокие напоры, водоносный комплекс нельзя считать защищенным. По результатам режимных наблюдений области распространения загрязненных вод в горизонте практически полностью совпадают с участками загрязнения в вышележащем четвертичном комплексе [5,6].

Водоносный комплекс средне-верхнесармат-мэотис-понтических отложений приурочен к карбонатным отложениям понта, мэотиса и сармата, между которыми нет выдержанные водоупоров. Нижний региональный водоупор – нижне-среднесарматские глины мощностью до 80 м. Водообильность очень изменчива по площади и по разрезу и зависит от пористости, трещиноватости и закарстованности водовмещающих известняков. Питаются подземные воды за пределами района работ в местах выхода водовмещающих пород на поверхность: в области Каховского водохранилища на севере и в предгорьях на юге. За счет такого расположения областей питания в районе исследования формируется зона, где два встречных потока подпирают друг друга и водообмен замедляется. Разгрузка осуществляется в направлении оз. Сиваш и Черного моря, а также за счет водоотбора, который в последние годы значительно возрос [2].

Воды напорные, уровни устанавливаются на отметках от 0,1 до 23 м. Напоры растут в северном направлении и достигают 68 м. Наиболее низкие отметки встречаются на севере и в центральной части района и приурочены к местам расположения водозаборов хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения, где за счет интенсивной эксплуатации в последние годы сформировались депрессионные воронки. Рост объема добываемой воды также привел к ухудшению ее качества - происходит постепенное повышение минерализации, что обусловлено специфическими гидрогеохимическими условиями [2,4].

Наиболее опасными с точки зрения вероятности поверхностного загрязнения являются участки, где наблюдаются тектонические нарушения и при этом мощность перекрывающего напора мала. Таким участком можно считать район хозяйственно-питьевого водозабора, севернее Армянска в 2-2,5 км. Также отрицательным фактором является изменение естественного гидродинамического режима: за счет резко возросшего водоотбора в последние годы сформировались локальные депрессии, уровень комплекса оказался ниже, чем в вышележащих горизонтах и интенсивность нисходящего перетекания увеличилась. К таким участкам относятся хозяйственно-питьевой водозабор, находящийся в зоне тектонического нарушения, и водозабор технического водоснабжения, расположенный в зоне пересечения тектонических нарушений. Это подтверждается результатами режимных наблюдений: превышения ПДК лития, марганца, кадмия, свинца и др. металлов отмечается в северной части изучаемого района [5,6].

Таким образом, наименее защищенными от поверхностного загрязнения являются четвертичный водоносный комплекс и средне-верхнеплиоценовый водоносный горизонт, что объясняется инфильтрацией стоков и

нисходящим перетеканием. Водоносный комплекс средне-верхнесармат-мэотис-понтических отложений подвергается поверхностному загрязнению в меньшей степени и локально. Основными факторами, определяющими защищенность от загрязнения, являются гидродинамические условия, геологическое строение, литологический состав пород разреза и их мощность.

Литература

1. Батанина Е.В. Дефицит пресной воды на полуострове Крым: проблемы и способы решения//Эпоха науки. – Ачинск, 2016. – №6. – С. 1–2.
2. Гидрогеология СССР. Том VIII. Крым / Под ред. Е.В. Рипский, Е.А. Ришес, В.Г. Ткачук, Н.И. Толстихин. – М.: Недра, 1971. – 364 с.
3. Тарасова М.В. Водная блокада Крыма как инструмент геополитического влияния на Россию//Научный вестник Крыма. – 2020. – №6 (29). – С. 1-9.
4. Тихоненков Ю.Э. Эколого-гидрогеологические условия северной части Перекопского перешейка: Автореферат. Дис. ... канд. геол.-минер. наук. – М., 1999г. – 200 с.
5. Leonteva, E., Grebneva, A., Erzova, V. The analysis of changing hydrodynamic conditions aiming to validate geo-migration model with insufficient benchmark data//International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. – 2019. – 19(1.2). – P. 523–530.
6. Leonteva, E., Grebneva, A. Intensive groundwater exploitation in the North of Crimea – Study of quality trends//International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. – 2018. – V. 18(1.2). – P. 401–408.

ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В СОСТАВЕ ПОИСКОВО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА ПЕЧИЩЕНСКОЙ ПЛОЩАДИ

Шеходанов В.О.

Научный руководитель - профессор Дутова Е.М.

ООО «ТЦ «Эвенкиягеомониторинг», г. Красноярск, Россия

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Печищенская площадь расположена в Шарыповском районе Красноярского края на границе с республикой Хакассией с абсолютными отметками высот от 410 до 760 м. Актуальность выбора данного объекта исследования, связана с тем, что площадь изучения с давних времен привлекала внимание наличием оруденения благородными металлами [2, 7]. Внедрение гидрогеохимического метода в практику разведочных работ способствует повышению их эффективности [6]. Однако само по себе гидрогеохимическое опробование не является достаточным для поисков, необходимо наряду с определением компонентов подземных вод, также и определить направление их потока. Именно сочетание таких данных как химический состав и направление потока подземных вод и может быть использовано для поиска зон оруденения.

Таким образом, целью данной работы, было как расширение данных по химическому составу подземных вод, а также по составлению гидродинамической основы Печищенской площади.

Печищенская площадь находится на стыке Минусинской впадины и Кузнецкого Алатау. Она располагается в ЮЗ части крупной Ужурской палеовулканической структуры девонского возраста с широким развитием девонских осадочно-вулканогенных отложений, перекрытых осадочными отложениями карбона.

Гидросеть района относится к бассейну верховьев р. Чулым. Основным водотоком является р. Верх. Печище с притоками. На восточной части площади расположены оз. Еловое и группа Тазольских озер [7, 8].

В ходе выполнения гидрогеологических исследований изучались основные водоносные горизонты и комплексы, распространенные на данной территории. Пробурены и опробованы 3 скважины непосредственно на участке работ. Дешифрирование весенних космоснимков позволило выявить предполагаемые места разгрузок подземных вод и наметить маршруты в соответствии с ними. В результате за 2019-2020 произведен комплекс опытно-фильтрационных работ на 4-х скважинах (ГГ-1, ГГ-2, 35г, 36г) и обследование одиннадцати родников (№№1-11) с отбором проб.

В соответствии с принятой схемой гидрогеологического районирования район работ расположен в пределах Саяно-Тувинской гидрогеологической складчатой области, входящей в состав Алтае-Саянской сложной гидрогеологической складчатой области [5]. Подземные воды трещинно-пластовые, слабо напорные, безнапорные, связаны с разновозрастными породами. Область питания – отроги Саян, Кузнецкого Алатау, местные области – возвышенности, обнаженные участки. Питание осуществляется за счет атмосферных осадков. Выделяются следующие водоносные горизонты и комплексы: водоносный четвертичный озерно-болотный горизонт, водоносный нижнекаменноугольный комплекс, водоносный верхнедевонский комплекс, водоносный среднедевонский (бейский) комплекс, водоносный сарагашский и толтаковский среднедевонский терригенный комплекс, водоносная зона открытой трещиноватости нижнего девона [4].

В 2020 году на участке пробурено 3 гидрогеологические скважины. По результатам опытно-фильтрационных работ было установлено, что параметры соответствуют характеристикам комплексов на территории работ. Дебиты составляют от 0,3-1,3 л/с, при понижениях от 1,8 до 10,2 м, удельные дебиты 0,11-0,45 л/с/м. Коэффициент водопроницаемости составляет в среднем от 12,3 до 42,2 м³/сут.

По химическому составу воды представляют собой типичные воды выщелачивания. По величине минерализации, не превышающей 0,1-0,7 г/дм³, воды района относятся к пресным. По химическому составу подземные воды месторождения гидрокарбонатные, сульфатно-гидрокарбонатные, в основном, магниевые-кальциевые.

Исключение составляет скважина 35г, где минерализация составляет 1,3 г/дм³, в основном, за счет преобладания сульфат-ионов, тип вод – гидрокарбонатно-сульфатные кальциевые. На территории поисковой площади рН 7,3-8,0, общая жесткость до 7,8 (родник 11) - 17,3°Ж (скв. 35г). Содержание микрокомпонентов не превышает установленных норм, за исключением повышенного содержания ионов железа до 0,68 мг/дм³ в родниках №№2, 3 и 11 [1]. В пробах воды родника №1, а также скважинах 35г и 36г обнаружено повышенное содержание стронция до 20 мг/дм³ (таблица).

Таблица

Результаты химических анализов проб воды (выборочные элементы)

№ т.н.	рН	Жесткость, °Ж	Fe	Sr	Mo	Cu	M., г/дм ³	Формула Курлова	
			мг/дм ³		мкг/дм ³			анионы	катионы
Родник 5	7,5	5,6	0,08	-	<1,0	4	0,48	HCO ₃ 59 SO ₄ 30	Ca 49 Mg 37
Родник 6	7,3	7,1	<0,05	2,08	<1,0	33	0,55	HCO ₃ 60 SO ₄ 33	Mg 47 Ca 46
Родник 7	7,6	4,6	<0,05	-	<1,0	2,5	0,38	HCO ₃ 75	Ca 54 Mg 37
Родник 8	7,9	3	0,12	0,65	<1,0	<1,0	0,28	HCO ₃ 83	Ca 51 Mg 32
Родник 9	8,0	3,4	<0,05	0,9	1,3	2	0,29	HCO ₃ 78	Ca 60 Mg 28
Родник 11	7,9	7,8	0,38	2,31	6,4	1,5	0,69	HCO ₃ 64 SO ₄ 26	Mg 44 Ca38
скв. ГГ-2	7,6	5,3	0,27	-	<1,0	6,5	0,43	HCO ₃ 86	Ca 62 Mg 33
Родник 1	7,6	5,9	0,10	19	34	7	0,56	HCO ₃ 74	Ca 45 Mg 36
скв. 35г	7,4	17,3	0,14	20	18	<1,0	1,29	SO ₄ 69 HCO ₃ 25	Ca 83
скв. 36г	7,6	5,3	0,30	14	16	9,7	0,46	HCO ₃ 74	Ca 56 Mg 30

Анализируя химический состав, установлена закономерность по повышенным содержаниям стронция и молибдена одновременно в одних и тех же пробах воды (родник 1, скважины 35г и 36г). Таким образом, по химическому составу подземные воды можно разделить на 2 группы по содержанию Sr и Mo. К первой группе отнесем с повышенными содержаниями: родник 1, скважины 35г и 36г, ко второй все остальные. Также необходимо отметить схожесть химического состава вод второй группы с составом поверхностных вод. В целом отмечается, что в пределах комплекса девонских образований состав подземных вод при сохранении общего облика достаточно неоднороден [3].

Для построения карты были использованы данные по единовременным замерам статических уровней (в абсолютных отметках) скважин, пробуренных в 2020 году, а также использованы абсолютные отметки выходов родников обследованных в процессе работ (2018-2020 гг.).

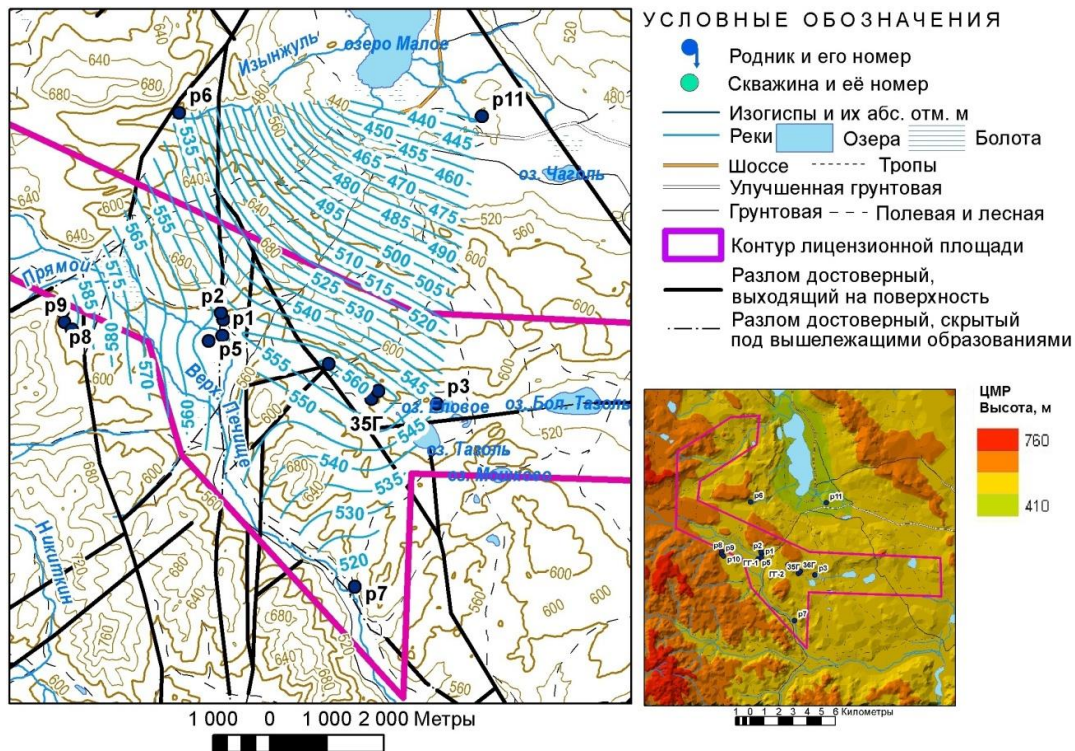


Рис.2 Карта - схема исследуемого участка Печищенской площади

Карта гидроизогипс (рис.2), составленная для выявления характера поверхности зеркала подземных вод, показывает, что в целом направление движения подземных вод согласуется с падением абсолютных отметок рельефа и с региональными закономерностями. Для наглядности, используя данные по отметкам высот, была построена цифровая модель рельефа участка работ (рис.). Падение уровня подземных вод происходит с запада на восток, за исключением локального подъема в скважинах №35г и 36г, при этом западная часть обрамляется областью питания – восточным склоном Кузнецкого Алатау, а к востоку расположена основная зона разгрузки.

Литература

1. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/573500115>.
2. Охапкин, Н. А. Геологический отчет Печищенской ПРП за 1950-51 гг. [Текст] / Н. А. Охапкин. – Красноярск : 1952. – 241 с.
3. Подземные воды Республики Хакасия и водоснабжение населения [Текст] : монография / Д. С. Покровский, Е. М. Дутова, А. А. Булатов и др. – Томск : НТЛ, 2001. – 299 с.
4. Поладько, М. Ф. Объяснительная записка к гидрогеологической карте СССР листа №-45-XII масштаба 1:200 000 [Текст] / М. Ф. Поладько. – М. : 1969. – 125 с.
5. Карта гидрогеологического районирования территории РФ масштаба 1:2 500 000 [Карты] : сост. С. Л. Пугач, И. А. Коваленко и др. – М. : ФГУГП «Гидроспецгеология», 2011 – 16 л.
6. Удодов, П. А. Методическое руководство по гидрогеохимическим поискам рудных месторождений [Текст] / П. А. Удодов. – М. : Недра, 1973. – 184 с.
7. Шеходанов, В. О. Гидрогеология и гидрогеохимия Печищенской площади [Текст] / В. О. Шеходанов // Природопользование и охрана природы: охрана памятников природы, биологического и ландшафтного разнообразия Томского Приобья и других регионов России, Томск, 21-23.04 2020. – Томск, 2020. – С. 247–252.
8. Энциклопедия Красноярского края. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://my.krskstate.ru/sharypovskiy-rayon/>.

**О ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ ДИФфуЗИОННОГО ПЕРЕНОСА ВЕЩЕСТВ В ТОРФЯНОМ БОЛОТЕ
Ян Хэн**

Научный руководитель - профессор Савичев О. Г.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

В последнее время все больший научный интерес вызывают проблемы, связанные с изменением водных ресурсов и гидрологического режима водных объектов и имеющие решающее значение для экономического развития, обеспечения жизнедеятельности и безопасности населения, рационального природопользования и сохранения окружающей среды [1]. В процессе глобального круговорота воды происходит ее непрерывное взаимодействие с породами и перемещение огромного количества растворенных веществ. Эти процессы протекают как на уровне планеты, так и на уровне отдельных водных объектов и их водосборов. Их анализ является необходимым условием принятия эффективных решений в области управления водными ресурсами, включая ресурсы таких специфических водных объектов как болота [2].

В частности, для улучшения инструментов гидрогеологического, гидрологического и гидрохимического прогнозирования нами были рассмотрены закономерности адвективного переноса веществ в торфяном болоте на примере Обского болота, расположенного в левобережной части долины р. Оби в южной части Томской области в виде полосы длиной около 100 км [3, 4].

С учетом закона Фика, уравнение баланса массы вещества, переносимых в торфяном болоте:

$$-\Delta x \Delta y \Delta z (C_{t+\Delta t} - C_t) = -E \left[\left(\frac{\partial C}{\partial x} \right)_{x+\Delta x} - \left(\frac{\partial C}{\partial x} \right)_x \right] \Delta y \Delta z \Delta t$$

Если рассматривать только гидродисперсию (что характерно для инертного горизонта торфяной залежи), то уравнение принимает вид:

$$\left(\frac{\partial C}{\partial t} \right)_{disp} = E \frac{\partial^2 C}{\partial x^2},$$

где коэффициент E – коэффициент гидродисперсии размерностью $[L^2 T^{-1}]$. Если $C_{t+\Delta t} > C_t$, то $\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} > 0$, $\left(\frac{\partial C}{\partial x} \right)_{x+\Delta x} > \left(\frac{\partial C}{\partial x} \right)_x$, а кривые изменения концентрации C по линии X имеют вид (1):

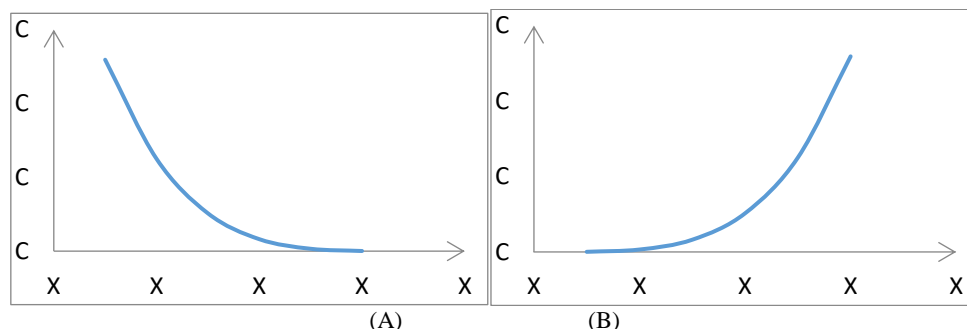


Рис.1 Кривая взаимосвязи между концентрацией и перемещением

Если $C_{t+\Delta t} < C_t$, то $\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} < 0$, $\left(\frac{\partial C}{\partial x} \right)_{x+\Delta x} < \left(\frac{\partial C}{\partial x} \right)_x$, а кривые связи концентрации C по линии X принимают вид (рис. 2):

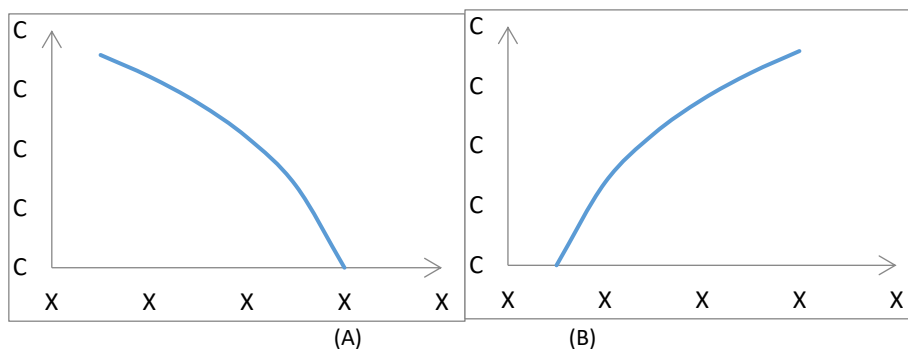


Рис.2 Кривая взаимосвязи между концентрацией и перемещением:

Таким образом, в естественных условиях кривые изменения концентрации в пространстве имеют две формы – А и В. При этом можно сформулировать следующие закономерности:

Вариант 1 ($C_{t+\Delta t} > C_t$). Кривая $C(X)$ имеет форму А, когда по мере увеличения смещения концентрация уменьшается, а скорость уменьшения становится все медленнее. Кривая $C(X)$ имеет форму В в случае, когда по мере увеличения смещения концентрация увеличивается, а скорость увеличения возрастает.

Вариант 2 ($C_{t+\Delta t} < C_t$). Кривая $C(X)$ имеет форму А, когда по мере увеличения смещения концентрация уменьшается, причем скорость этого снижения увеличивается. Кривая $C(X)$ имеет форму В в случае, когда по мере роста смещения концентрация увеличивается, но скорость роста снижается.

Литература

7. Loucks D.P., Van Beek E. Water resources systems planning and management. An Introduction to Methods, Models and Applications. Turin, UNESCO Publishing, printed by Ages Arti Grafiche, 2005. 679 p.
8. Savichev Oleg G., Guseva Natalya V. Methodology of management of river basins geochemical balance in Western Siberia // Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering. 2020. V. 331. 5. 28–45. DOI 10.18799/24131830/2020/5/2634.
9. Savichev O.G., Rudmin M.A., Mazurov A.K., Nalivaiko N.G., Sergienko V.I., Semiletov I.P. Mineralogical and geochemical features of peat deposit of eutrophic the Obskoye fen in anthropogenous conditions (the Western Siberia) // Doklady Earth Sciences, 2020, Vol. 492, Part 1, pp. 320–322. DOI: 10.1134/S1028334X20050219.
10. Savichev Oleg G., Yang Heng Hydro-geological and hydrological conditions of functioning of the Obskoe and Baksinskoe fens (the southeast of the Western Siberian plain) // Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering. 2021. V. 332. 4. 43–56. DOI <https://doi.org/10.18799/24131830/2021/4/3147>.

С Е К Ц И Я 7

ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, КАДАСТР И МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ

ЦИФРОВОЕ БУДУЩЕЕ В СФЕРЕ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

Козина М.В., доцент

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

«Государство должно являться цифровой платформой, которая создана для людей», – именно так обозначил цель государственного аппарата премьер-министр РФ Михаил Мишустин. В России переход к цифровой экономике реализуется в рамках одноименной программы, которая была утверждена в 2018 году. А в 2020 году президент Владимир Путин поставил госведомствам новую задачу – «увеличить долю массовых социально-значимых услуг, доступных в электронном виде, до 95%» за десять лет.» Таким образом, в целях повышения эффективности действий по использованию информационных и цифровых технологий в деятельности федеральных органов исполнительной власти Правительством РФ в конце 2020 года было подписано постановление, которое положило начало новому этапу цифровизации и в целом цифровой трансформации госорганов.

Под цифровой трансформацией подразумевается комплекс мероприятий, выполняемых государственным органом, ориентированный на изменение государственного управления и деятельности такого органа по предоставлению им государственных услуг и реализации государственных функций с использованием цифровых данных и внедрения таких технологий в свою деятельность.

Тем самым было запущено внедрение кардинально нового подхода к цифровой трансформации Росреестра основанного на программно-целевом принципе с трехлетним периодом планирования и квартальной отчетностью.

Росреестр более 15 лет назад начал процесс цифровизации. Он прошел значимые и достаточно масштабные этапы преобразования от Земельного кадастра до Единого государственного реестра недвижимости с изменением применяемых технологий создания информационных продуктов и трансформацией форм их предоставления, от использования карт, планов и других привычных документов, до цифровой формы. Это обеспечило рост качества и доступности данных об объектах недвижимости из различных источников посредством интеграции, сопоставления и анализа, а также использование этих данных в процессе принятия управленческих решений реализации государственных услуг. Сегодня Росреестр в год предоставляет более 35 миллионов услуг по кадастровому учету и (или) государственной регистрации прав на недвижимость, и перерабатывает более 90 миллионов запросов о предоставлении сведений из ЕГРН. Согласно утвержденной ведомственной программе цифровой трансформации, к 2023 году эти услуги планируется вывести на Единый портал государственных услуг (ЕПГУ) за счет создания витрины данных ЕГРН. При этом предоставление и получение сведений будет обеспечено с использованием национальной системы управления данными (НСУД). Эксперты предполагают, что, в результате 96% услуг Росреестра будут предоставляться полностью в электронном виде, в том числе ипотечные сделки (95%) и договоры участия в долевом строительстве (80%).

Однако сегодня перед Росреестром, Правительство ставит еще одну глобальную задачу по разработки Единого информационного ресурса о Земле и недвижимости, создаваемого на основании ФГИС ЕГРН, которая будет содержать разнообразные сведения, позволяющие заинтересованным лицам получать полную и достоверную информацию об определенной территории. Такой ресурс будет содержать совокупность сведений из ключевых информационных ресурсов, а именно из Единого государственного реестра недвижимости, федерального фонда пространственных данных, единой электронной картографической основы, фонда данных государственной кадастровой оценки и других источников.

Согласно результатам реализации научно-исследовательской работы «Исследование и прогнозирование потребностей экономики в пространственных данных, данных дистанционного зондирования Земли и геоинформационных технологиях, а также услугах, сервисах и продуктах, созданных на их основе», выполненной по заказу Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии, можно сделать вывод, что будущее должно быть – не за объединением нескольких источников данных в один новый набор, а за ростом числа связанных наборов пространственных данных, представляющих собой пригодные для использования модели.

Стоящие сегодня вызовы цифровой трансформации Росреестра, являются закономерными, а предлагаемые решения достаточно прогрессивными, однако все больше чувствуется дефицит квалифицированных специалистов в области создания, хранения и анализа пространственных данных о земле и объектах недвижимости, что требует незамедлительного решения. А это значит, что на уровне образовательных учреждений необходимо строить процесс обучения таким образом, чтобы новое поколение специалистов было способно генерировать новые идеи для решения задач цифровой экономики, тем самым развивать национальную информационную инфраструктуру и цифровую платформу пространственных данных о Земле и недвижимости, а, следовательно, и осуществлять управление информацией и данными с использованием цифровых средств.

**ПРОЕКТ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ
ДЕФОРМАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА**

Аврунев Е.И., Коваленко М.И., Корбе В.Ю.

Научный руководитель профессор Е.И. Аврунев

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Россия

Высокая сейсмическая активность ряда регионов Российской Федерации и, в первую очередь, острова Сахалин и Курильской гряды [2] обуславливают создание пространственной геодезической сети (ПГС) по перемещениям пунктов которой возможно определение деформационных параметров состояния земной поверхности. Результаты деформационного мониторинга создают возможность проведение своевременных соответствующих профилактических мероприятий, которые позволят уменьшить разрушительное влияние землетрясений и избежать человеческих жертв.

Следовательно, проектирование и оценка точности пространственной геодезической сети для проведения деформационного мониторинга земной поверхности в сейсмически опасных районах представляется в настоящее время актуальной научно-технической задачей.

Для проектирования геодезических сетей такого класса и назначения существует достаточно много способов [1], однако учитывая физико-географическую особенность изучаемой территории, для построения пространственной геодезической сети предпочтение отдано применению GNSS-технологий с использованием высокоточной спутниковой системы Leica GS18T. Проект расположения пунктов этой сети приведен на рисунке 1.

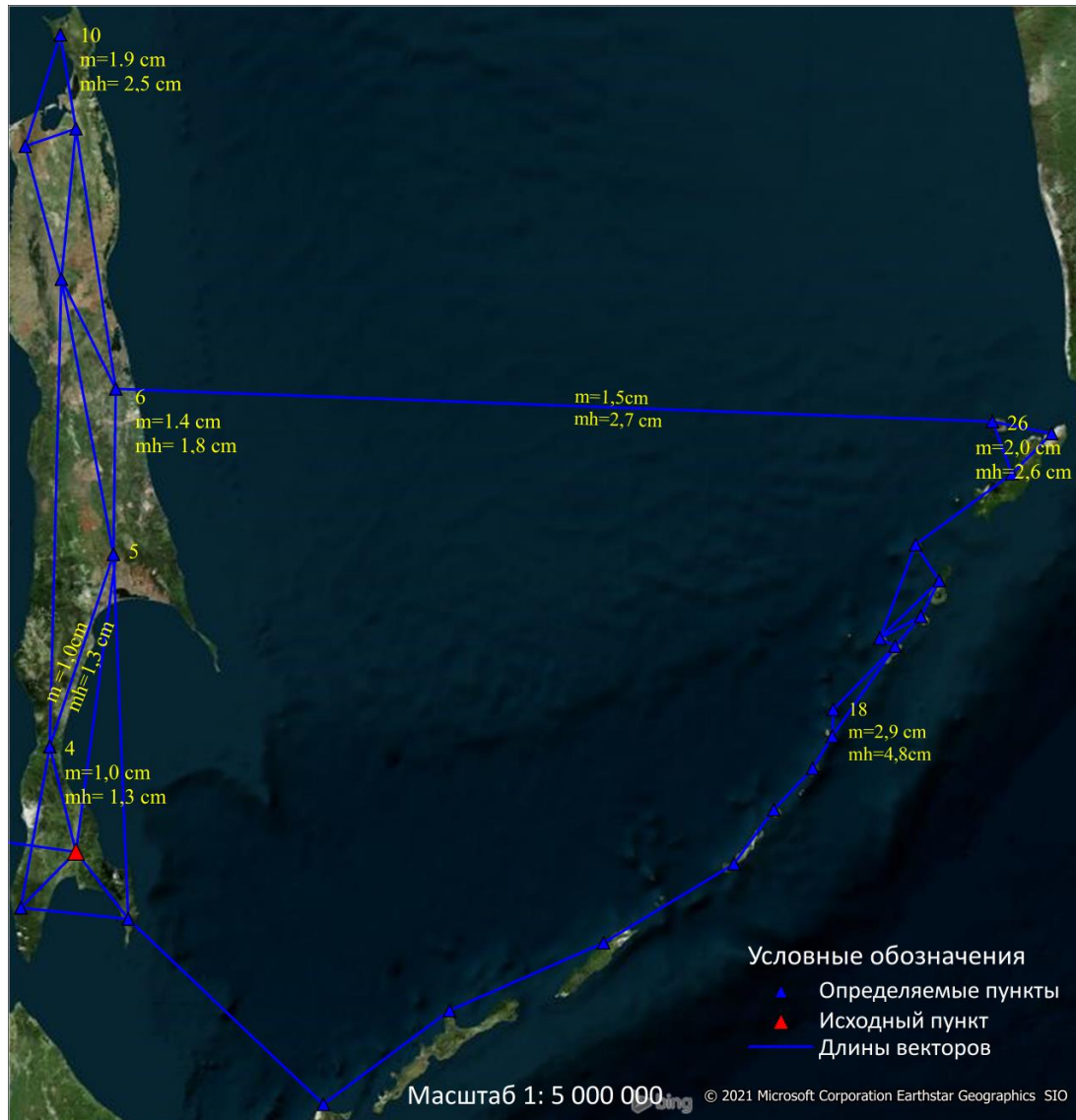


Рис. 1. Схема запроектированной пространственной геодезической сети с использованием GNSS-технологий

Расположение пунктов ПГС соответствует карте сейсмической активности [2], а их общее количество составило двадцать шесть. Шестнадцать пунктов расположены на островах Курильской гряды, а десять на территории острова Сахалин. Исходный пункт располагается на условно устойчивом геологическом основании в городе Южно-Сахалинск, в южной части острова. Выбор в качестве исходного этого пункта позволит с наибольшей эффективностью использовать запроектированную ПГС в создании или, в случае необходимости, корректировании геопространства, которое в настоящее время используется для осуществления градостроительных, землеустроительных и кадастровых работ в этом регионе.

Важнейшим аспектом проектирования является оценка точности параметров проекта сети (СКО ошибки положения пунктов, относительно исходного пункт ПГС и СКО взаимного положения определяемых пунктов). Оценка точности выполнялась в строгом соответствии с методом наименьших квадратов на специализированном программном обеспечении, разработанном на кафедре кадастра в СГУГиТ [1]. Исходной основой для выполнения оценки точности явилась конфигурация запроектированных пунктов сети и геометрические связи между ними. Вычисленные параметры из оценки точности соответствуют применению при реализации проекта высокоточной спутниковой системы Leica GS18 T, которая в этом случае обеспечивает точность определения базовых векторов в плановом отношении $m_{GNSS}=1,8$ см. и по высоте - $m_{GNSS}=3,2$ см

Алгоритм выполнения оценки точности заключается в составлении, а затем и вычислении следующего матричного уравнения

$$Q = (A^T \cdot P \cdot A)^{-1}, \quad (1)$$

где A - матрица параметрических уравнений связи, включающая как уравнения, определяющие как традиционные линейно-угловые измерения, так и современные спутниковые определения (базовые вектора), и имеющая размер n^*t ;

P – матрица весов всех запроектированных геодезических измерений, диагональные элементы которой вычисляются на основании инструментальной точности GNSS-приемника.

Точность пространственного положения пунктов в запроектированном построении вычисляется исходя из следующего уравнения

$$m_i = \sqrt{m_{X_i}^2 + m_{Y_i}^2 + m_{H_i}^2} = m_{GNSS} \sqrt{Q_{X_i} + Q_{Y_i} + Q_{H_i}}. \quad (2)$$

Уравнение (2) будет справедливо при назначении СКО единицы веса равной СКО используемого GNSS-оборудования.

Результаты оценки точности запроектированной геодезической сети приведены на рисунке 1, на основании которых можно сделать следующие выводы:

1. Наиболее слабым пунктом является пункт 18, расположенный в середине Курильской гряды средняя квадратическая ошибка определения координат которого в плановом положении составляет $m_{X,Y}=2,9$ см. и в высотном положении $m_H=4,8$ см.;

2. Наибольшая средняя квадратическая ошибка взаимного положения смежных пунктов в плане и по высоте характерна для стороны 6-26, которая характеризуется наибольшей длиной базового вектора, и она соответственно составляет величину $m_{6-26}=1,5$ см. и $m_H=2,7$ см.

3. Наиболее точно определяется пункт 4, расположенный на юге острова Сахалин средняя квадратическая ошибка определения координат которого в плановом положении составляет $m_{X,Y}=1,0$ см. и в высотном положении $m_H=1,3$ см.;

4. Наибольшая точно определяется СКО взаимного положения смежных пунктов в плане и по высоте между пунктами 4-5, которая соответственно составляет величину $m_{4-5}=1,0$ см. и $m_H=1,3$ см.

Таким образом, на основании выполненного проектирования и оценки точности параметров пространственной геодезической сети для данного региона Российской Федерации следует сделать следующие актуальные выводы:

1. Наиболее оптимальным способом построения ПГС являются спутниковые геодезические построения, применение которых позволяет создать на обширные территориальные образования надежное геодезическое обоснование и соответственно геоинформационное пространство, с использованием которого возможно решать многочисленные градостроительные, землеустроительные и кадастровые задачи;

2. Применение при проектировании замкнутых геометрических фигур, образованных базовыми векторами, существенно увеличивает трудоемкость выполняемых полевых измерений, но позволяет получить достоверные результаты оценки точности и существенно увеличить точность определяемых параметров геодезического построения;

3. Для повышения точности отдельных параметров ПГС, особенно в вертикальной плоскости, целесообразно строить комбинированные GNSS-построения, сочетающие в себе как спутниковые определения, так и традиционные наземные измерения.

Литература

1. Аврунев, Е. И. Геодезическое обеспечение государственного кадастра недвижимости [Текст] : монография / Е. И. Аврунев. – Новосибирск : СГГА, 2010. – 144 с.
2. Уломов В. И. Сейсмическое районирование//Сейсмические опасности (Природные опасности России) //Под ред. ГА Соболева. М.: КРУК. – 2000. – С. 66-96.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ХАРАКТЕРНЫХ ТОЧЕК ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ

Антонов А.А., Зазулин В.А., Иваненко П.Е.

Научный руководитель профессор Е.И. Аврунев

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Россия

В настоящее время одной из основных проблем в сфере кадастровых отношений является точность выполняемых кадастровых работ в отношении объектов капитального строительства (ОКС) сложной конфигурации. Закрепленные в законодательстве методы определения координат характерных точек ОКС, имеют как свои преимущества, так и недостатки, зависящие от различных факторов. В данном исследовании рассматривается три метода определения координат характерных точек ОКС: фотограмметрический метод, метод спутниковых геодезических измерений и комбинированный метод [1-5].

В рамках данной работы были определены координаты учтенного ОКС вышеизложенными способами определения координат. Сведения о границах данного ОКС содержащихся в едином государственном реестре недвижимости (ЕГРН) и принимаются за истинное значение координат, поскольку согласно ст.7 п.2. Федерального закона от 13.07.2015 N 218-ФЗ "О государственной регистрации недвижимости", Единый государственный реестр недвижимости представляет собой свод достоверных систематизированных сведений в текстовой и графической форме [6]. Исходя из этого, координаты ОКС полученные фотограмметрическим методом, методом спутниковых геодезических измерений и комбинированным методом сопоставляются с координатами характерных точек, сведения о которых содержатся в ЕГРН.

Наземный контур исследуемого ОКС имеет 12 характерных точек. Расхождения полученных результатов, относительно сведений, содержащихся в ЕГРН приведены в таблице.

Таблица

Расхождения координат, полученных в полевых условиях относительно координат из ЕГРН

Характерная точка	Метод определение координат						
	ЕГРН	Фотограмметрический метод (см)		Метод спутниковых геодезических измерений (см)		Комбинированный метод (см)	
		-	X	Y	X	Y	X
1	-	7	6	8	6	-4	-5
2	-	15	-9	7	4	-5	7
3	-	9	13	-4	3	-6	-3
4	-	11	-7	3	-5	7	4
5	-	19	6	3	-3	-4	2
6	-	-26	-13	-3	-5	7	-3
7	-	14	8	5	1	-5	6
8	-	21	13	5	6	2	5
9	-	7	-1	-1	4	4	-5
10	-	13	11	7	5	3	-2
11	-	-4	3	0	-4	1	-2
12	-	-6	5	5	6	3	3
Наибольшее расхождение (см)	-	26	13	8	6	7	7

Результаты, полученные комбинированным методом и методом спутниковых геодезических измерений, имеют расхождение меньше 10 см., что является допустимым значением для земель населенных пунктов. Однако расхождения, полученные между фотограмметрическим методом и сведениями из ЕГРН, позволяют сделать вывод о том, что при постановке на учет ОКС сложной конфигурации, не допустимо использовать данный метод, поскольку у ОКС имеются нависающие элементы и конструктивные особенности, не позволяющие достоверно определить координаты характерной точки [1,2,4,7].

Можно утверждать, что на сегодняшний день наиболее подходящим для определения координат характерных точек ОКС сложной конфигурации является комбинированный метод определения координат. Данный метод позволяет определять координаты характерных в пределах допустимой погрешности (10 см для земель населенных пунктов), и дает возможность использования различного оборудования, что является одной из важнейших составляющих качественного выполнения кадастровых работ, в том числе комплексных кадастровых работ [3,5,6].

Литература

1. Аврунев, Е. И. Геодезическое обеспечение государственного кадастра недвижимости [Текст] : монография / Е. И. Аврунев. – Новосибирск : СГГА, 2010. – 144 с.
2. Алябьев А. А., Литвинцев К. А., Кобзева Е. А. Фотограмметрический метод в кадастровых работах: цифровые стереомодели и ортофотопланы //Геопрофи. – 2018. – №. 2. – С. 4.

3. Бойков В. Н., Попов В. К., Калачева Н. И. Приоритетные направления развития государственного кадастра недвижимости //Современные проблемы науки и образования. – 2015. – №. 1-1. – С. 246-246.
4. Карпик А. П., Ветошкин Д. Н., Архипенко О. П. Совершенствование модели ведения государственного кадастра недвижимости в России //Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). – 2013. – №. 3. – С. 53-59.
5. Об утверждении требований к точности и методам определения координат характерных точек границ земельного участка, требований к точности и методам определения координат характерных точек контура здания, сооружения или объекта незавершенного строительства на земельном участке, а также требований к определению площади здания, сооружения, помещения, машино-места [Электронный ресурс] : Приказ Росреестра от 23.10.2020 N П/0393. – Доступ из справ.- правовой системы «КонсультантПлюс».
6. О кадастровой деятельности [Электронный ресурс] : федер. закон от 24.07.2007 № 221-ФЗ. – Доступ из справ.- правовой системы «КонсультантПлюс».
7. Опритова О. А. Исследование возможностей применения беспилотных авиационных систем для моделирования объектов недвижимости //Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). – 2018. – Т. 23. – №. 3.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ДЕФОРМАЦИОННОГО ПАСПОРТА ОБЪЕКТА НЕДВИЖИМОСТИ

Бакулина А.А., Аврунев Е.И.

Научный руководитель профессор Е.И. Аврунев

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Россия

Объекты капитального строительства, расположенные в зонах антропогенного, техногенного и тектонического воздействия, подвержены осадкам и, следовательно, деформациям. Поэтому в случае превышения предельно допустимых значений деформаций, зданиям и сооружениям угрожает опасность серьезного повреждения или полного разрушения.

Следовательно, особенно при развитии деформационного процесса для проектирования и проведения соответствующих профилактических мероприятий необходимо проведение деформационного мониторинга объектов недвижимости с подробным анализом полученных результатов. На основании этих результатов возможно сделать заключение о безопасной эксплуатации зданий или сооружений. Полученные результаты должны быть оформлены соответствующим образом для их передачи в соответствующие структурные подразделения в компетенции, которых находит планирование и осуществление мероприятий по предупреждению или устранению негативных воздействий неблагоприятных физико-геологических процессов и явлений на конструктивные элементы объектов капитального строительства (ОКС). Кроме этого, важным параметром является возможная потеря ОКС своих эксплуатационных свойств, что обуславливает необходимость корректировать кадастровую стоимость для создания актуальной налогооблагаемой базы.

На основании вышеизложенного вытекает необходимость создания деформационного паспорта на объекты капитального строительства. Данный документ должен быть официальным, а параметры и нормы должны быть закреплены в нормативно-правовой документации, которые регламентируют порядок кадастровых и градостроительных работ. По аналогии с техническим и межевым планами деформационный паспорт предлагается составлять из двух частей – текстовой и графической. Текстовую часть предлагается формировать на основании информации, которая была получена в результате математической обработки результатов геодезических измерений, а также заключение о дальнейшей возможности безопасного функционирования ОКС. Графическая часть составляется на основании данных о месте расположения исследуемого объекта и деформационных марок, заложенных в его теле.

Деформационный паспорт должен, по нашему мнению, являться дополнением технического плана и содержать основные параметры установленного деформационного процесса. При прекращении деформационного процесса он хранится в управляющей компании, а в случае возобновления - передается исполнителю работ по возобновлению деформационного мониторинга соответствующего объекта.

Предложения по составлению деформационного паспорта на объект недвижимости (ОН), деформационный мониторинг в отношении которого осуществляется в вертикальной плоскости приведены в работе [3]. Но при расположении ОКС на склоновых и оползневых массивах, по нашему мнению, такой деформационный паспорт необходимо дополнить параметрами, которые относятся к плановым деформациям контролируемого объекта недвижимости.

При таком варианте создания деформационного паспорта в нем должны содержаться следующие основные разделы: общие характеристики ОКС; сведения об исходной плановой геодезической основе; схема плановых геодезических построений с размещением деформационных знаков, каталог плановых координат; плановые абсолютные и относительные перемещения деформационных знаков; заключение о пространственном состоянии ОКС и возможности его безопасного функционирования.

Для разработки формы деформационного паспорта был выбран объект капитального строительства, расположенный по адресу город Новосибирск, улица Семьи Шамшиных. Основанием для определения параметров деформационного паспорта на строящееся здание послужили результаты четырнадцати циклов геодезических измерений за плановыми и высотными перемещениями контролируемого здания, выполненных ООО «ГеоСити» на протяжении 2019-2021 годов. Для определения плановых деформаций, расположенных в непосредственной близости от объекта работ, прогладывался полигонометрический ход, схема которого приведена на следующем рисунке.

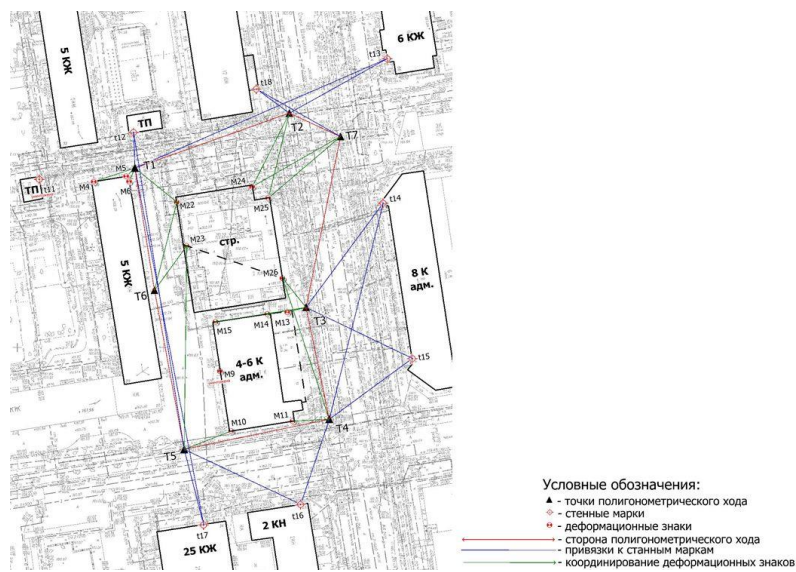


Рис. Схема полигонометрического хода

Предложенная структура текстовой части деформационного паспорта приведена в следующей таблице.

Таблица

Текстовая часть деформационного паспорта

Деформационный паспорт	
Общие сведения об объекте недвижимости	
Заказчик работ	ООО «ИнвестСтрой», генеральный директор Грек Олег Викторович.
Исполнитель работ	ООО «ГеоСити», контактный телефон +7(383)29564, почтовый адрес: г. Новосибирск, ул. Титова, 1, электронный адрес: GeoCity@gmail.ru
Характеристики объекта	Кадастровый номер – Адрес – 630091, г. Новосибирск, ул. Семьи Шамшиных, 77 стр. Назначение объекта – жилой дом; Количество этажей – 22; Год ввода в эксплуатацию – ориентировочно 2022г.
Сведения об измерениях	Электронные тахеометры Sokkia SET 630RK и Trimble M3DR, инструментальная точность $m\beta=5''$, $m_L = 2\text{мм}$. Метод линейно-угловой сети с использованием наземных измерительных технологий (полигонометрический ход). Измерения выполняются на этапе строительства объекта недвижимости.
Заключение	
<p>Специалистами ООО «ГеоСити» выполнялся комплекс работ по определению плановых деформаций зданий, расположенных в непосредственной близости от объекта работ. Для определения этих деформаций прокладывался полигонометрический ход. Для повышения точности выполненных измерений и получения достоверной информации о плановых перемещениях деформационных марок геодезические измерения выполнялись двумя электронными тахеометрами. Измерения выполнялись тремя приемами с предельным расхождением углов в приёмах 8 секунд. Уравнивание результатов измерений выполнялось в лицензионном программном обеспечении Кредо.</p> <p>Плановые перемещения деформационных марок, заложенных в тело контролируемых зданий, находятся в пределах точности геодезических измерений. По состоянию на 26.02.2021г. года контролируемые здания считаются стабильным в плане и, соответственно, могут эксплуатироваться в безопасном режиме.</p>	

Кадастровая и геодезическая информация в предложенном деформационном паспорте позволит дополнить геопространство соответствующего территориального образования достоверной и актуальной информацией об ОН, необходимой для обеспечения устойчивого развития территорий.

Литература

1. Аврунев Е.И. Геодезическое обеспечение государственного кадастра недвижимости [Текст] / Е.И. Аврунев – Новосибирск: Сибирская государственная геодезическая академия, 2010. – 143 с.
2. Карпик А. П. Основные принципы формирования геодезического информационного пространства //Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – №. S4. – С. 73-78.
3. Предложения по составлению деформационного паспорта объекта недвижимости [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nir.sgugit.ru/wp-content/uploads/2020/11/Avrunev-Bakulina-PREDLOZHENIYA-PO-SOSTAVLENIYU-DEFORMATSIONNOGO-PASPORTA.pdf>

АНАЛИЗ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ СООРУЖЕНИЙ СРЕДСТВ СВЯЗИ В УРАЛЬСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ

Бахметов Д.Ю., Файт А.В.

Научный руководитель ассистент А.В. Файт

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В современном мире сотовая связь является наиболее стремительно развивающейся областью телекоммуникаций. Сеть сотовой связи состоит из двух подсистем: подсистема базовых станций и подсистемы коммутаций. Основной подсистемой являются базовые станции. Распространенным местом размещения базовых станций являются антенно-мачтовые сооружения (АМС). Под антенно-мачтовым сооружением связи понимается объект инженерной инфраструктуры, созданный или приспособленный для размещения средств связи [5], имеющий следующие характеристики: высота и технологическое заглубление подземной части ниже планировочной отметки земли. В зависимости от характеристик АМС можно классифицировать по капитальности: объекты капитального строительства – АМС имеющие технологическое заглубление подземной части ниже планировочной отметки земли и некапитальные – АМС у которых отсутствует технологическое заглубление. Пример АМС представлен на рисунке 1.

В исследовании были проанализированы градостроительные условия и нормативные правовые акты субъектов и муниципальных образований Уральского Федерального Округа. В каждом субъекте были взяты по три муниципальных образования, в виде городских округов или же сельских поселений. В большинстве выбранных муниципальных образований градостроительными регламентами правил землепользования и застройки установлены территориальные зоны вида разрешенного использования, которых возможно применять для размещения сооружений связи, в том числе и антенно-мачтовых сооружений. Тем не менее, в градостроительном регламенте такого муниципального образования как город Салехард, территориальные зоны, разрешающие хотя бы условно размещать сооружения связи не установлены. В указанном муниципальном образовании и в случае отсутствия вида разрешенного использования «связь» в градостроительном регламенте территориальной зоны, в которой существует потребность размещения АМС, операторы связи могут воспользоваться примечанием 2 приложения к Приказу Министерства экономического развития Российской Федерации от 01.09.2014 г. № 540 «Об утверждении классификатора видов разрешенного использования земельных участков». Содержание примечания указывает на то, что размещение и эксплуатация сооружений связи, в том АМС, допускается без отдельного указания в классификаторе, а, следовательно, и в градостроительных регламентах. Такое положение применимо ко всем категориям земель, за исключением тех, в которых на правовом уровне запрещено размещение таких объектов, как например земель особо охраняемых территорий.



Рис.1 Антенно-мачтовое сооружение

Частью 12 статьи 34 ФЗ от 23.06.2014 г. № 171-ФЗ [8] установлено, что органы соответствующих муниципальных образований обязаны внести изменения в правила землепользования и застройки (ПЗЗ) в части приведения установленных градостроительным регламентом видов разрешенного использования в соответствие с видами разрешенного использования, предусмотренными классификатором. Ни в одном из проанализированных градостроительных документов не было указано примечание 2 к классификатору. Сведения о проанализированных муниципальных образованиях представлены в Таблице.

Законодательством РФ установлено несколько способов оформления размещения АМС на землях государственной или муниципальной собственности, основные из них это: 1. образование земельного участка [6] и заключение договора аренды земельного участка, 2. разрешение на размещение объекта [7]. В условиях, созданных ПЗЗ и сложившейся плотной городской застройкой размещение АМС является сложным процессом. Одной из проблем, с которой сталкиваются операторы сотовой связи при оформлении размещения АМС, являются отказы муниципальных образований в выдаче разрешений на размещение объекта и предварительном согласовании предоставления земельного участка, утверждении схемы расположения земельного участка в связи с несоответствием места размещения документам градостроительного зонирования и территориального планирования. Включение примечания 2 классификатора видов разрешенного использования в ПЗЗ муниципальных образований способствовало бы принятию положительных решений по выдаче разрешений на размещение объектов. А также установлению практики по образованию земельных участков для целей размещения и эксплуатации АМС посредством, применения указанной нормы (в настоящее время практика применения примечания 2 к классификатору при образовании земельных участков для размещения и эксплуатации АМС отсутствует).

Таблица

Перечень проанализированной градостроительной документации муниципальных образований

Муниципальное образование	Наличие зон с ВРИ «Связь»	Наличие примечания 2	Год издания	Соответствие ПЗЗ классификатору ВРИ
Свердловская область				
Екатеринбург	В ЦС-6 (условно), Ж-1-6, Все Ц, ЦС-2, ЦС-3, ЦС-4, ЦС-5, Все СО, Все ПК, Все Р, СХ-1,2,3, КРТ	-	2013	Соответствует
Нижний Тагил	Зона П-2	-	2020	Соответствует
Асбест, пос. Белокаменный	Ж-2 (условно), ОК (условно), К-1, Р-1 (условно), Р-4 (условно), СХ-3 (условно)	-	2013	Не соответствует
Тюменская область				
Тюмень	Ж-6, Ж-1.2	-	2020	Не соответствует
Ишимский район, Боровское с.п.	И	-	2018	Не соответствует
Казанский район, Казанское с.п.	И	-	2019	Не соответствует
ЯНАО				
Салехард	-	-	2015	Не соответствует
Красноселькуп, с. Красноселькуп	П-1, П-2, И.	-	2016	Соответствует
Шурышкарский район, м.о. Мужевское	ИЗ-400	-	2017	Не соответствует



Рис 2. Снимок части Орджоникидзевского района г. Екатеринбурга с выделенными территориальными зонами, в которых разрешено размещение объектов связи

На рисунке 2 можно увидеть выделенные территориальные зоны, в пределах которых градостроительными регламентами разрешено размещение сооружений связи, в том числе АМС. Как можно заметить, выделенные территории имеют плотную застройку. Свободные, не внесенные в Единый государственный реестр недвижимости земли, подходящие для размещения АМС, отсутствуют. Следовательно, образование земельного участка для АМС в выделенных территориях невозможно. Потому операторы связи для размещения АМС вынуждены рассматривать иные территории, на которых градостроительными регламентами размещение сооружений связи не предусмотрено. Таким образом, внесение примечания 2 классификатора видов разрешенного использования в правила землепользования и застройки муниципальных образований поспособствовало бы решению задач по размещению АМС в населенных пунктах.

Литература

1. Федеральная государственная информационная система территориального планирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fgjstp.economy.gov.ru/>.
2. Гугл-карты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.google.com.ua/maps>.
3. Об утверждении классификатора видов разрешенного использования земельных участков (с изменениями, внесенными Приказом Минэкономразвития России от 30.9.2015 г. №709) [Электронный ресурс]: приказ Министерства экономического развития РФ от 01.09.2014 № 540 (ред. от 04.02.2019). – Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
4. Файт А. В. Анализ особенностей и результатов поиска площадок для размещения сооружений связи //Проблемы геологии и освоения недр: труды XXII Международного симпозиума имени академика МА Усова студентов и молодых ученых, посвященного 155-летию со дня рождения академика ВА Обручева, 135-летию со дня рождения академика МА Усова, основателей Сибирской горно-геологической школы, и 110-летию первого выпуска горных инженеров в Сибири, Томск, 2-7 апреля 2018 г. Т. 1. –Томск, 2018. – 2018. – Т. 1. – С. 703-705.
5. О связи [Электронный ресурс] : Федеральный закон № 126 (ред. от 09.03.2021). – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»
6. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ред. от 30.12.2020) [Электронный ресурс] – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»
7. Об утверждении перечня видов объектов, размещение которых может осуществляться на землях или земельных участках, находящихся в государственной или муниципальной собственности, без предоставления земельных участков и установления сервитутов (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс] : постановление Правительства РФ от 03.12.2014 № 1300 (ред. от 12.11.2020). – Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
8. О внесении изменений в Земельный Кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 23.06.2014 № 171 (ред. от 27.12.2019). – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»

ПРОБЛЕМА СБОРА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ПРИ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКЕ НЕДВИЖИМОГО ИМУЩЕСТВА

Билей С.Д.

Научный руководитель доцент Е.Н. Быкова

Санкт-Петербургский государственный горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

В целях финансового обеспечения достижения государственных целей правительством разрабатывается бюджетная политика. В соответствии с ней происходит планирование доходов и расходов бюджетных средств. Одной из важнейших статей доходов, наполняющих бюджет, являются налоги. В Российской Федерации налоги и сборы разделены на федеральные, региональные и местные [4].

К налогам местного уровня относятся налог на имущество физических лиц и земельный налог, плательщиками последнего из которых согласно Налоговому кодексу РФ являются физические лица, обладающие земельными участками на праве собственности, постоянного (бессрочного) пользования или пожизненного наследуемого владения [4].

В качестве налоговой базы, в случае с земельным налогом, выступает кадастровая стоимость земельных участков, сведения о которой внесены в ЕГРН. Величина налога определяется в процентах от кадастровой стоимости и в данный момент варьируется от 0,3% до 1,5% для земельных участков различных видов разрешенного использования [4].

Программу по оценке в целях определения такого вида стоимости объекта недвижимости контролирует государство, перед которым остро встает вопрос о выборе системы кадастровой оценки земельных участков. Процесс проведения оценки состоит из этапов, представленных на рисунке.



Рис. Этапы проведения государственной кадастровой оценки

Справедливый земельный налог согласно теории налогообложения и опыту развитых стран должен иметь основной целью не фискальную функцию, а устойчивое развитие территорий. Но эту роль он сможет выполнять

только при установлении его в процентах от рыночной стоимости; проведении оценки оценщиками, хорошо знающими специфику местных рынков; применении простых и проверяемых налогоплательщиками методов оценки; полноте сведений в ЕГРН; декларировании рыночных цен на участки; расходовании налога на улучшение инженерной инфраструктуры и экологии; возможности контроля расходования этих средств населением [5]. В идеальных условиях налоговая политика должна быть максимально честной, открытой и прозрачной. Поэтому тема кадастровой оценки является достаточно актуальной.

Достаточно количество проблем выделяют в данной области Быкова Е.Н., Сеньковская К.Э. и Доценко Я., среди которых дифференциация активности земельного рынка, низкое качество исходных данных, некомпетентность оценщиков, использование ограниченного набора факторов стоимости, отсутствие качественного программного обеспечения [1]. Казаков В.Н. и Григорьев В.В. в качестве одной из значимых проблем отмечают информационный дефицит, который заключается в том, что оценщику недостает множества видов информации об объектах оценки и о сделках с ними на рынке. Дело в том, что в качестве рыночной информации для кадастровой оценки используются данные о рыночном предложении, а не о фактической цене проведенной сделки [2]. Более того, авторы уделяют внимание не только вопросам сбора полной и достоверной информации, но и аспектам, связанным с ее обработкой. Здесь отмечается необходимость создания и постоянного совершенствования компьютерных программ по определению кадастровой стоимости различных объектов недвижимости, включающих в себя единый механизм обработки полученных данных.

Применение современных технологий при анализе полученной информации для ее дальнейшего применения в процессе определения кадастровой стоимости недвижимости предложено Козыревым А.А. и Шумаевой К.В. [3]. В данном случае речь идет о применении геоинформационных систем при сборе и сортировке информации о выбранных ценообразующих факторах. Обоснование такого подхода заключается в снижении трудоемкости процесса обработки огромного количества информации. Более того, монотонное изучение набора однообразных данных приводит к человеческим ошибкам ввиду снижения внимательности. Использование компьютерных технологий является отличным решением поставленных задач по обработке исходных данных для кадастровой оценки недвижимого имущества [3].

Проблема сбора и обработки необходимой для кадастровой оценки объектов недвижимого имущества затрагивается не только российскими, но и зарубежными авторами. Тадеуш Ласота предлагает использование обучаемых систем принятия решений при анализе избыточной информации. Такие системы представляют собой деревья решений, составляемые с использованием технологий искусственного интеллекта и нейросетей [6].

Сбор и анализ информации, как показывает практика работа ГБУ, зачастую сопровождается ошибками определения кадастровой стоимости недвижимого имущества. Такой процесс требует огромного количества трудовых и временных ресурсов. Кроме всего прочего, нельзя забывать о том, что обработка необходимой информации обременяется наличием избыточных данных и её недостаточности, затрудняя оценщика в принятии решения.

Ошибки вызваны низким качеством исходной информации. К причинам такого явления можно отнести несоответствие зафиксированных характеристик объектов оценки в соответствующих документах действительности. Наиболее часто подобные недочеты встречаются при проверке площади рассматриваемой недвижимости, а также описании его конструктивных элементов, данные о составе и состоянии которых зачастую определяются «на глаз». Подобный факт является причиной несправедливого завышения или занижения кадастровой стоимости недвижимого имущества, что приводит к нарушению интересов или государства, или собственника.

Так как часть информации добывается из открытых источников, а именно путем изучения размещаемых собственниками оцениваемых объектов данных, имеет место быть ее недостоверность ввиду некомпетентности правообладателя. Таким образом, характеристики могут быть описаны не полностью или совершенно неверно. В то же время могут быть упущены очень важные для оценщика свойства недвижимости.

У данной проблемы существует два варианта решения. Первый заключается в монотонной и рутинной работе сотрудников по изучению и переработке исходных данных. Данный путь имеет огромную трудоемкость. Более того, нельзя здесь исключать и человеческий фактор, который может привести к угасанию внимательности и допущению больших ошибок.

Второй вариант предполагает применение информационных технологий обработки данных. В настоящее время подобные технологии доступны каждому пользователю персонального компьютера, а для решения задач поиска, анализа и обработки информации в целях проведения дальнейшей кадастровой оценки недвижимости такие технологии требуют лишь обучения квалифицированного персонала взаимодействию с ними. Преимущества такого пути очевидны, ведь он позволяет избежать случайных ошибок в процессе обработки и снизить трудоемкость описываемого процесса.

В заключение следует отметить, что в настоящий момент проблема сбора и анализа необходимой для оценки недвижимого имущества информации является актуальной. Современные информационные технологии способны помочь решить данную проблему. Однако здесь следует отметить необходимость разработки и внедрения подобных средств в сферу оценки недвижимости для качественного сбора, хранения и обработки необходимой информации. Подобный подход может сделать подготовку информационной базы кадастровой оценки менее трудоемкой, что позволит сотрудникам соответствующих организаций перенаправить собственные ресурсы на процесс оценки.

Более того, стоит обратить внимание на системы нейросетей, которые все чаще применяются при решении повседневных задач. Преимущества такого решения заключаются в возможности обучения программы путем анализа полученных результатов. Дальнейшее применение измененной программы и анализ новых результатов создают цикл обучения, способный улучшать качество обработанной информации на всем пути применения описываемой технологии.

Литература

1. Быкова Е. Н., Сеньковская К. Э., Доценко Я. Некоторые аспекты массовой оценки земель населенных пунктов: проблемы и пути решения //Успехи современной науки и образования. – 2017. – Т. 8. – №. 2. – С. 208-211.
2. Казаков В. Н., Григорьев В. В. Основные проблемы определения кадастровой стоимости объектов городской недвижимости //Sotsiologhiya Goroda. – 2016. – №. 4.
3. Козырев А. А., Шумаева К. В. Автоматизация подготовительного этапа проведения кадастровой оценки земель методом сегментирования объектов в Quantum GIS //Современные проблемы и перспективы развития земельно-имущественных отношений. – 2019. – С. 412-420.4.
4. Налоговый кодекс Российской Федерации (часть вторая) от 05.08.2000 N 117-ФЗ (ред. от 29.12.2020) (с изм. и доп., вступ. в силу с 22.01.2021).
5. Bykova E., Heldak M., Sishchuk J. Cadastral Land Value Modelling Based on Zoning by Prestige: A Case Study of a Resort Town //Sustainability. – 2020. – Т. 12. – №. 19. – С. 7904.
6. Lasota T. et al. Investigation of property valuation models based on decision tree ensembles built over noised data //International Conference on Computational Collective Intelligence. – Springer, Berlin, Heidelberg, 2013. – С. 417-426.

САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫЕ ЗОНЫ КАК ОДИН ИЗ ОБЪЕКТОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ В ЕДИНОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ РЕЕСТРЕ НЕДВИЖИМОСТИ

Бирулина А.Г.

Научный руководитель старший преподаватель Л.Н. Чилингер

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

С внесением изменений в нормативно-правовые акты и принятие закона №342-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации» [3] связано правовое регулирование зон с особыми условиями использования территорий (ЗОУИТ). Законодательное определение статуса данных территорий разрешило судебные вопросы в отношении конкретных видов зон и сделало необходимым внесение их границ в Единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН).

В Земельном кодексе (ст.104 п.2 ЗК) устанавливаются ограничения и запреты на ведение хозяйственной деятельности и размещение объектов недвижимого имущества, которые несовместимы с целями установления зон с особыми условиями использования территорий [4].

Полный перечень ЗОУИТ представлен в статье 105 ЗК РФ, основные из них приведены на рисунке 1 [3].



Рис.1 Классификация зон с особыми условиями использования территорий

Рассмотрим более подробно санитарно-защитные зоны. В соответствии с Федеральным законом (№ 52-ФЗ от 30.03.1999) [5] об обеспечении экологической безопасности населения вокруг объектов, являющихся источниками негативного воздействия, устанавливается специальная территория с особым режимом пользования. Так, санитарно-защитные зоны имеют промышленные производства, объекты топливной энергетики, коммунальной инфраструктуры и автотранспорта. Размер санитарно-защитной зоны рассчитывается на основании проекта и комплексных исследований негативного воздействия предприятия на окружающую среду в процессе производственной деятельности. Правильно проведенные расчетные и опытные мероприятия позволяют определить размер территории, на которой воздействие снижено до значений, установленных гигиеническими нормативами и величин приемлемого риска для здоровья населения.

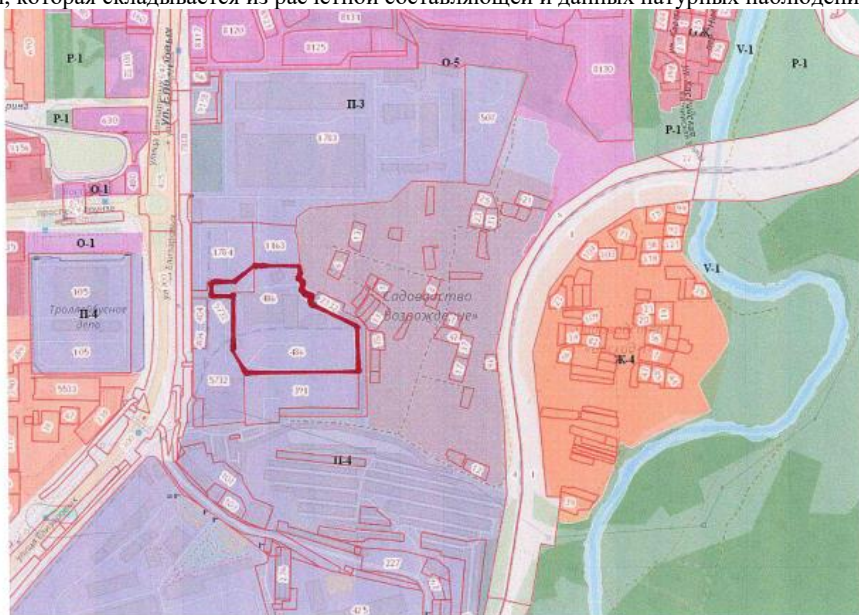
Для территории г. Томска характерно расположение промышленных предприятий наряду с жилыми зонами, вследствие чего их санитарно-защитные зоны, включают в себя жилую застройку, зоны садовых товариществ, организационно-деловые территории и др. На примере предприятия по переработке кабельных отходов рассматривается вариант сокращения санитарно-защитной зоны для ООО «Поли-Система». Ориентировочная СЗЗ устанавливается на расстоянии 100 м. (Согласно СанПин- 2.2.1/2.1.1.1200-03, п. 7.1.1. класс IV, п. 18 «Производства по переработке пластмасс (литье, экструзия, прессование, вакуум-формование)», п. 7.1.2. класс IV, п. 4 «Промышленные объекты по вторичной переработке цветных металлов (меди, свинца, цинка и др.) в количестве до 1000 т/год». Согласно карте градостроительного зонирования г. Томска, фрагмент которой представлен на рис.2, садовое товарищество «Возрождение» располагается в территориальной зоне П-4 (зона производственно-коммунальных объектов IV-V классов вредности), поэтому для данного объекта рассматривается вариант сокращения санитарно-защитной зоны, вблизи садового товарищества.

В случае принятия решения об уменьшении санитарно-защитной зоны предприятия, необходимо выполнить следующие мероприятия:

- проведение инвентаризации источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу;
- анализ градостроительной ситуации и территориального планирования
- расчёт уровней физического воздействия (вибрация, шум, загрязнение, тепловые выбросы и т.п.)

Принимая, во внимание проведенные расчеты (выполнены в программе ЭРА 2.0), было установлено, что сокращение санитарно-защитной зоны с северо-восточной, юго-восточной, восточной сторон (от 0 м до 12 м) является достаточным, на границе с земельными участками, отведенными под садоводство. Согласно установленной программе наблюдений за расчетной (предварительной) СЗЗ границы зоны необходимо подтверждать инструментальными замерами.

Сведения о местоположении границ, в том числе и санитарно-защитных подлежат внесению в ЕГРН. На данный момент экологическим законодательством предусмотрено установление ориентировочной санитарно-защитной зоны, которая складывается из расчетной составляющей и данных натуральных наблюдений.



Ж-1 Зона застройки многоэтажными жилыми домами
 Ж-4 Зона садоводств и дачных участков
 П-3 Зона производственно-коммунальных объектов III класса вредности
 П-4 Зона производственно-коммунальных объектов IV-V классов вредности

Рис.2 Фрагмент карты градостроительного зонирования г. Томска: территориальные зоны и границы земельных участков на момент установления санитарно-защитной зоны ООО «Поли-Система»

В марте 2018 с принятием нового Федерального закона № 342-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации» [5] с 1 января 2020 года ориентировочные, расчетные санитарно-защитные зоны прекращают свое существование, а ограничения в отношении земельных участков, расположенные в этих зонах не действуют. Собственники зданий и сооружений, чье имущество находится в границах санитарно-защитных зон обязаны обратиться до 1 октября 2019 года в органы государственной власти с заявлением об установлении или прекращении действия санитарно-защитных зон.

На сегодняшний день существует общая методика внесения сведений о границах санитарно-защитных зон в ЕГРН, однако отсутствие достаточной информации не позволяет получить достоверную оценку земель и справедливую кадастровую стоимость вблизи таких территорий. Границы зон территорий с особыми условиями использования территорий необходимо вносить в документы территориального планирования, градостроительного зонирования и документации по планировке территорий в соответствии с градостроительной деятельностью.

Ведение и наполнение информационной базы ЕГРН, посвященной внесению границ санитарно-защитных зон должно соотноситься со следующими принципами: [1-3]:

- законностью – внесение сведений должно соответствовать нормативно-правовым актам, разрабатываемым правительством Российской Федерации в отношении санитарно-защитных зон;
- достоверности, информация, вносимая в ЕГРН, должна полно описывать сведения о вносимом объекте;
- полноты, т.е. достаточным перечнем показателей об объекте;
- актуальностью данных и способностью своевременно описывать изменения, происходящие с объектом;
- доступностью, возможностью беспрепятственно получать информацию;
- релевантностью – количество сведений, достаточное для формирования запроса из ЕГРН;
- защищенностью – свойство информации противостоять несанкционированному доступу, просмотру, удалению, изменению.

Литература

1. Аврунев Е. и др. Технологические решения по устранению недостоверной кадастровой информации в Едином государственном реестре недвижимости // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения. – 2018. – Т. 1. – С. 3-9.
2. Дорош М. П. Разработка методики повышения достоверности кадастровой информации в Едином государственном реестре недвижимости: автореф. дис. ... канд. техн. наук / М. П. Дорош. – Новосибирск, 2018. – 24 с.
3. Зарубин О. А., Агеева А. Р., Агеев А. Е. Технология производства кадастровых работ при исправлении реестровых ошибок в местоположении границ земельных участков // Электронный сетевой политематический журнал "Научные труды КубГТУ". – 2020. – №. 4. – С. 68-80.4.
4. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ред. от 30.12.2020) [Электронный ресурс] – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»
5. 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 [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 03.07.2016 № 373-ФЗ). – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс.
6. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ). – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»

ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕРРИТОРИЙ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА В ЖИЛЫХ МИКРОРАЙОНАХ Г.ТОМСКА

Волобоева А.С.

Научный руководитель доцент Н.В. Кончакова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Уровень автомобилизации в городах России непрерывно увеличивается. Рост уровня автомобилизации приводит к ряду проблем, например: пробкам на дорогах, загазованности селитебных территорий и ухудшению качества жизни населения. Кроме того, рост автомобилей приводит к дефициту территорий, предназначенных для их размещения.

В настоящее время сложилась ситуация, когда площади территорий, предназначенных для размещения автомобильного транспорта в жилых микрорайонах, не соответствуют потребностям населения и тем более не учитывают прогнозируемый рост уровня автомобилизации в российских городах.

Целью данной работы является выявление проблем использования территорий для размещения автомобильного транспорта в жилых микрорайонах г. Томска.

В качестве объектов исследований были выбраны два жилых микрорайона: 3-й микрорайон и микрорайон Зеленые горки



Рис. 1. Схема расположения жилых микрорайонов г.Томска

Микрорайон Зеленые горки представляет собой жилой комплекс этажностью от 10 до 17, класса жилья – эконом. Микрорайон, ограничен ул. Беринга, ул. Ивана Черных, ул. Лазарева и ул. Иркутский, расположен в восточной части города.

3-й микрорайон является одним из трех «номерных» микрорайонов Октябрьского района. Микрорайон застроен преимущественно 5-этажными домами в 1970-х годах.

Нормы застройки в условиях реформирования земельного и градостроительного законодательства претерпевали ряд изменений. На рисунке 2 представлен анализ нормативных документов, регламентирующих использование территорий под размещение автомобильного транспорта в жилых микрорайонах.

Нормативный документ	СНиП II-К.2-62 Планировка и застройка населенных мест. Нормы проектирования	СНиП II-60-75** Планировка и застройка городов, поселков и сельских населенных пунктов	СНиП 2.07.01-89* Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений	СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений	СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений
Понятие	Не предусмотрены территории для размещения автомобильного транспорта	Не предусмотрены территории для размещения автомобильного транспорта	Используются гаражи и открытые стоянки	Используются гаражи и автостоянки. Автостоянки – открытые площадки, предназначенные для хранения или парковки автомобилей	Используются гаражи и стоянки. Стоянка - открытая площадка, предназначенная для хранения и (или) парковки автомобилей
Размер места для размещения автомобиля	-	-	25 кв. м (для открытых стоянок)	25 кв. м (для автостоянок)	25 кв. м (для стоянок)
Нормы расчета	Не регламентируется	Не регламентируется	Не менее 0,8 кв. м на человека	Устанавливает уровень автомобилизации 350 легковых автомобилей на 1000 человек, включая 3-4 такси и 2-3 ведомственных автомобиля	Количество машино-мест на квартиру рассчитывается в зависимости от типа жилого дома по уровню комфорта: 1) бизнес-класс - 2,0; 2) стандартное жилье - 1,2.

Рис.2. Сравнение нормативных документов, регламентирующих использование территорий под размещение автомобильного транспорта

В соответствии с СНиП II-К.2-62 в 3-м микрорайоне, построенном в 1970-х годах, не предусматривались территории для размещения автомобильного транспорта [2]. По этой причине возник ряд проблем. Первая проблема связана с сужением проезжей части за счет размещения автомобилей вдоль внутриквартальных проездов. На момент строительства 3-го микрорайона действовал такой документ, как СНиП II-К.3-62 Улицы, дороги и площади населенных мест. Нормы проектирования [3]. Согласно данному нормативному документу, проезд внутри микрорайона должен иметь 1-2 полосы движения с шириной одной полосы 3,5-2,75 м. В настоящее время, за счет размещения автомобилей вдоль проезжей части, ее ширина сокращается с 5,5 до 3,5 м вдоль жилого дома по ул. Ивана Черных и с 3,5 до 1,5 м вдоль жилого дома по ул. Беринга. В результате чего затрудняется передвижение и осуществление необходимых маневров пожарной и иной специализированной техники, габариты которой в настоящее время увеличились.

Вторая проблема заключается в самовольном занятии частей земельных участков отдельными жильцами под размещение автомобилей. Оборудование стоянки без разрешения путем самостоятельного установления заграждений влечет за собой наложение административного штрафа в соответствии со ст.7.1 Федерального закона от 30.12.2001 N 195-ФЗ «Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях» [1]. Если определена кадастровая стоимость земельного участка, то величина штрафа для граждан составляет от 1 до 1,5 процента данной стоимости, в ином случае – от пяти до десяти тысяч рублей.

Третья проблема представляет собой нарушение предназначения территории: размещение автомобилей на тротуарах, озелененных территориях, детских и спортивных площадках. Несоблюдение правил стоянки автомобильного транспорта влечет наложение административного штрафа в размере пятисот рублей в соответствии с действующим федеральным законом.

Внесенные в 2014 году изменения в нормативы по парковочным местам регламентируют «одно машино-место на квартиру». Однако в микрорайоне Зеленые горки для жилого дома по адресу ул. Юрия Ковалева, д.45, построенного в 2018 году, спроектировано 128 парковочных мест, что на 144 меньше необходимого количества. Проблема сужения проезжей части вдоль внутриквартальных дорог в новых микрорайонах остается актуальной.

В 2020 году на декабрьском собрании городского парламента планировалось рассмотреть вопрос о снижении норматива по парковкам с «1 квартира – 1 парковочное место» до 1 парковочного места на 100 кв.м жилой площади для снижения стоимости квадратного метра в домах. Данный вопрос был снят с повестки по причине дополнительной проработки. Предлагаемые изменения не учитывают стремительный рост автомобилизации и недопустимы для Томска.

Выявленные проблемы использования территории для размещения автомобильного транспорта в жилых микрорайонах предлагается решить следующим образом:

1. Ужесточение административной ответственности за нарушение правил парковки.
2. Использование свободных территорий для размещения многоуровневого паркинга.

3. Осуществление систематического государственного земельного надзора территориальными органами Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии за соблюдением требований законодательства о недопущении самовольного занятия земельного участка или его части, об использовании земельных участков по целевому назначению.
4. Создание муниципальной программы по развитию парковочного пространства в городе Томск.

Литература

1. Кодекс Российской Федерации об административных нарушениях от 30.12.2001 года N 195-ФЗ: Консультант Плюс. [Электронный ресурс] – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»
2. СНиП II-К.2-62 Планировка и застройка населенных мест. Нормы проектирования. М.: Государственный комитет Совета Министров СССР, 1967.
3. СНиП II-К.3-62 Улицы, дороги и площади населенных мест. Нормы проектирования. М.: Государственный комитет Совета Министров СССР, 1963.
4. СНиП II-60-75** Планировка и застройка городов, поселков и сельских населенных пунктов. М.: Государственный строительный комитет СССР, 1985.
5. СНиП 2.07.01-89* Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. М.: Государственный строительный комитет СССР, 1989.
6. СП 42.1333.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*. М.: Министерство регионального развития Российской Федерации, 2011.
7. СП 42.1333.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*. М.: Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, 2017.

ПРОБЛЕМЫ ВЫПОЛНЕНИЯ КАДАСТРОВЫХ РАБОТ В ОТНОШЕНИИ ЛИНЕЙНЫХ СООРУЖЕНИЙ (ИНЖЕНЕРНЫХ КОММУНИКАЦИЙ)

Гатина Н.В.

Научный руководитель доцент М.В. Козина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Качество выполнения кадастровых работ играет очень важную роль для учетно-регистрационной системы, а также в целом системы управления земельно-имущественным комплексом.

С 1991 года с начала проведения земельной реформы впервые была принята инструкция по межеванию в 1996 году, включающая в себя основное содержание работ, а также требования к точности и порядок выполнения таких работ. В процессе развития кадастровой системы от земельного кадастра к Единому государственному реестру недвижимости был расширен перечень объектов кадастрового учета. Однако, на сегодняшний день, инструкции, требования и различные методики, разработанные Правительством РФ с момента начала проведения земельной реформы, потеряли свою актуальность и морально устарели, а процесс выполнения кадастровых работ в отношении других объектов недвижимости государством не регламентирован.

Условия жизни населения напрямую зависят от наличия современной инженерной инфраструктуры города, в которую включаются инженерные сооружения и коммуникации, обеспечивающие благоприятные санитарно-гигиенические и безопасные геофизические условия проживания, а также защиту природной среды от негативных последствий жизнедеятельности населения.

Согласно п.7 ст. 1 Федерального закона от 13.07.2015 N 218-ФЗ (ред. от 31.07.2020) «О государственной регистрации недвижимости» [1], государственный кадастровый учет недвижимого имущества представляет собой внесение в Единый государственный реестр недвижимости сведений о земельных участках, зданиях, сооружениях, помещениях, машино-местах, об объектах незавершенного строительства, о единых недвижимых комплексах, а поскольку, линейные сооружения (инженерные коммуникации), согласно п.10 ст.1 Градостроительного кодекса Российской Федерации [2], являются объектами капитального строительства, то подлежат обязательному кадастровому учету.

Документом, необходимым для постановки на государственный кадастровый учет линейных сооружений (инженерных коммуникаций) является технический план подготавливаемый, кадастровым инженером [1], поэтому в доказательство затронутой темы в настоящей работе были проанализированы результаты отчетов Росреестра по основным ошибкам, допускаемым кадастровыми инженерами при подготовке технических планов на линейные сооружения за I квартал 2021 года, которые показали, что основными ошибками являются нарушения положений Федерального закона «О государственной регистрации недвижимости» от 13.07.2015 N 218-ФЗ и Приказа Министерства экономического развития Российской Федерации от 18.12.2015 N 953 «Об утверждении формы технического плана и требований к его подготовке, состава содержащихся в нем сведений, а также формы декларации об объекте недвижимости, требований к ее подготовке, состава содержащихся в ней сведений». Для сокращения числа недочетов в представленных документах, необходимо разработать четкий порядок действий для кадастровых инженеров и утвердить такой порядок на федеральном уровне в целях повышения качества вносимой информации об объектах недвижимости в Единый государственный реестр недвижимости. В связи с чем, в настоящем исследовании были отмечены основные подходы к разработке методики выполнения кадастровых работ в отношении линейных сооружений (инженерных коммуникаций).

С развитием цифровизации появились новые технологии, применяемые при проведении кадастровых работ. Одна из таких технологий – применение наземного лазерного сканирования и выполнение на его основании трехмерного моделирования, успешно внедряется и используется для объектов нефтегазового комплекса, которые также, согласно законодательству, подлежат государственному кадастровому учету.

Постепенное внедрение трехмерного моделирования подтверждается реализацией пилотных проектов по развитию систем трехмерного кадастра недвижимости в зарубежных странах [4, 5]. Такой подход направлен на решение существующих проблем при государственном кадастровом учете объектов недвижимости, расположенных на разных уровнях (надземный, наземный и подземный), в том числе инженерных коммуникаций и других объектов, что значительно упрощает процесс управления информацией и дает возможность получать актуальную информацию об объектах недвижимости и контролировать их изменения.

Соответственно, методика выполнения кадастровых работ должна основываться на использовании современных технологий геодезических изысканий с целью выполнения 3D-моделирования линейных сооружений (инженерных коммуникаций) и на их основе установления научно-обоснованных границ объектов недвижимости для внесения достоверных сведений о таких объектах в Единый государственный реестр недвижимости.

В связи с принятием Приказа Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии от 23.10.2020 № П/0393 «Об утверждении требований к точности и методам определения координат характерных точек границ земельного участка, требований к точности и методам определения координат характерных точек контура здания, сооружения или объекта незавершенного строительства на земельном участке, а также требований к определению площади здания, сооружения, помещения, машино-места» [6], методика должна предусматривать применение комбинированного метода для определения координат характерных точек линейного сооружения с использованием современных технологий выполнения съемки, позволяющие выполнить поиск инженерного сооружения, определение его координат и построение 3D-модели.

В зависимости от пространственного расположения линейного сооружения (наземное, надземное, подземное) необходимо разработать методику выполнения кадастровых работ, включающих в себя методы координирования, 3D-моделирования инженерных сооружений технологиями воздушного, наземного статического или мобильного лазерного сканирования, а также определение местоположения подземных коммуникаций с применением приборов поиска.

Таким образом, разработанная методика позволит обеспечить достоверными сведениями органов государственной власти, местного самоуправления, и иных заинтересованных лиц для осуществления градостроительной, инвестиционной и иной хозяйственной деятельности.

Литература

1. О государственной регистрации недвижимости [Электронный ресурс] : федер. закон от 13.07.2015 № 218-ФЗ. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : федеральный закон от 29.12.2004 № 190-ФЗ. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений [Электронный ресурс] : федер. закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ (ред. от 02.07.2013) (21 янв. 2018 г.). – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/. – Загл. с экрана.
4. Seddiki, M. Case study on the 3D Cadastre in Algeria: First Application of the FIG Recommendations [Electronic resource] / M. Seddiki // 5th International Workshop on 3D Cadastres, 2016, Athens. – P. 389–404. – Mode of access: http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2016_31.pdf. – Загл. с экрана.
5. Soon, K. H. Initial Design to Develop a Cadastral System that Supports Digital Cadastre, 3D and Provenance for Singapore [Electronic resource] / K. H. Soon, D. Tan, V. Khoo // The 5th International FIG 3D Cadastre Workshop. – Athens, Greece, 2016. – Mode of access: http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2016_33.pdf. – Загл. с экрана.
6. Об утверждении требований к точности и методам определения координат характерных точек границ земельного участка, требований к точности и методам определения координат характерных точек контура здания, сооружения или объекта незавершенного строительства на земельном участке, а также требований к определению площади здания, сооружения, помещения, машино-места [Электронный ресурс] : приказ Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии от 23.10.2020 № П/0393. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

ВЛИЯНИЕ РОДНИКОВ И ИХ ТЕРРИТОРИЙ НА ГРАДОСТРОИТЕЛЬНУЮ И ХОЗЯЙСТВЕННУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Городилов А.И.

Научный руководитель старший преподаватель Л.Н. Чилингер

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В последнее время в городах происходит сокращение родников из-за градостроительной или хозяйственной деятельности. К их последствиям может относиться загрязнение территорий, занятых источниками, но в большинстве случаев не приспособленных, что может исключить гарантию качества воды требованиям санитарно-эпидемиологической безопасности [1].

Специалистам санитарно-эпидемиологического надзора, необходимо выполнить лабораторные исследования источника, сделать вывод о категории использования родника как питьевой или декоративный,

выполнить подготовку информационных щитов о возможностях использования родниковой воды на территории города.

Родники – это природные объекты, выходящие на дневную поверхность непосредственно из недр земли. От них отличаются колодцы, искусственные сооружения, с помощью которых либо обнаруживается почвенная вода, либо осуществляется подземный ход ключевых вод. Родники рассматривают с разных точек зрения: элемент рекреации или источник питьевого водоснабжения.

Родники, относящиеся к природному комплексу города, являются природно-историческими объектами, сохранившимися на его территории.

Экологическая, эстетическая, историко-культурная, рекреационная и ландшафтная ценность учитывается при установлении границ подземных источников и будет целесообразно придать статус памятников природы. Предоставление статуса, позволит установить запрет на использование и деятельность таких территорий, занятых родниками.

Чтобы придать источникам статус памятников, а также осуществить комплекс мер по сохранению и расположению источников на территории города, необходимо утвердить положение об источниках города – памятниках природы, в которое входит:

- основные понятия;
- основные критерии отнесения родников города к памятникам природы;
- порядок отнесения родников города к памятникам природы;
- режим особой охраны родников – памятников природы;
- режим особой охраны территорий родников – памятников природы;
- использование родников – памятников природы;
- государственный учет родников – памятников природы;
- контроль за соблюдением режима особой охраны родников – памятников [1].

Например, на территории города Томска, выявлено 1014 родников, 638 родников и 54 ландшафтно-родниковых мезазон, которые относятся к ценным водным объектам. Сотни родников отнесены к первоочередному обустройству [3].

Многие родники расположены в местах активного отдыха населения города: Лагерный сад, Михайловская и Университетская роща, тем самым повышая рекреационное значение территории [3]. При умелом обращении, выходы родников, являются украшением городской территории. В сочетании с фонтанами, зелеными арками и тропинками, вода к любой местности придаёт созерцательность и притягательность,

Помимо общепринятых критериев, установленных действующим природоохранным законодательством для классификации таких источников, как водные памятники природы, в городских условиях рекомендуется также учитывать их связь с охраняемыми территориями, историко-архитектурными ландшафтами, религиозными (культовыми) объектами, музеями-заповедниками.

Территория вокруг родников имеет рекреационную значимость, и для повышения этой значимости на территории города, необходимо ввести режим особой охраны, предотвратить хозяйственную и градостроительную деятельности [1].

Для режимов хозяйственной деятельности ввести режим особой охраны родников и её территории от загрязнения и захламления и других видов деятельности.

Для режимов градостроительной деятельности, департаменту архитектуры и градостроительства, необходимо по заказу департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды, из городских источников, а именно финансовых, установить границы участков, занятых родниками. Предоставить управлению земельно-имущественных отношений разбивочные чертежи-акты линий градостроительного регулирования с целью установления территориальной зоны [1].

В городской среде важное значение имеют границы зон эстетической, культурной, исторической и т.д. ценности [2].

Для развития и освоения городских территорий, согласно Градостроительному кодексу, границы зон градостроительного регулирования на которых будут располагаться родники, должны быть обозначены на картах, входящих в:

- схемы территориального планирования РФ (часть 6, статья 10), субъектов РФ (часть 6, статья 14) и муниципального района (часть 4, статьи 19) [2];
- в генеральных планах городских округов (часть 6, статьи 23) [2];
- на схемах и чертежах проекта планировки и межевания территории в графической форме (часть 5, статей 42 и 43) [3];



Рис. 1 Первый обустроенный родник «Божья Роса»

Сегодня родники, используются в качестве дополнительного источника водоснабжения для жителей и остаются без программы защиты от загрязнения территории и без программы государственного контроля.

Органы местного самоуправления должны нести ответственность за создание специальных правил использования водных объектов для личных и хозяйственных нужд, а также информировать население об ограничениях на использование общих водных объектов [2].

Литература

1. О сохранении, обустройстве и использовании природных родников на территории города Москвы [Электронный ресурс] Постановление Москвы от 30.05.2000 № 399. – Доступ из справ.-правовой системы Кодекс.
2. Гагарина О. В., Юнусова Л. З. Охрана родников как источников питьевого водоснабжения в аспекте развития федеральной, региональной и местной нормативно-правовой базы // Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле». – 2015. – №. 2.
3. Назаров А. Д. Родники г. Томска-распространение, состав, возможности использования и аквапаркового обустройства (краткие сведения по исторической части города) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2002. – Т. 305. – №. 8.

ПРОБЛЕМЫ ПРАВОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ В СОСТАВЕ ЗЕМЕЛЬ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА

Жангали А.М.

Научный руководитель доцент Н.В. Кончакова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Земли общего пользования располагаются в пределах границ земель городов и иных населенных пунктов в составе различных территориальных зон и обозначенные красными линиями. В состав таких земель включаются: площади, улицы, проезды, автомобильные дороги, набережные, скверы, бульвары, водные объекты, пляжи и другие объекты, которые могут включаться в состав различных территориальных зон и не подлежат приватизации. Такие земли находятся в муниципальной или государственной собственности, и используются в целях удовлетворения публичных интересов. Однако использование земель общего не всегда происходит в соответствии с правовыми нормами, которые должны устанавливать особый правовой режим, ограничивающий хозяйственную деятельность, их оборот, регламентирующий порядок установление и изменение их границ и т.д.

Цель данной работы – выявление проблем правового обеспечения земель общего пользования.

В результате анализа правового обеспечения земель общего пользования были выявлены такие проблемы и противоречия:

1. Так, в соответствии с Градостроительным кодексом РФ такие земли объединены понятием «территории общего пользования», а в соответствии с Земельным кодексом РФ [3] это «земельные участки общего пользования». Использование различных трактовок, по сути, к одним и тем ж территориям и земельным участкам приводят к противоречиям в нормативном правовом обеспечении их использования [1].

Для предотвращения таких противоречий необходимо прийти к единому понятийному аппарату. Так в результате исследований было установлено, что по отношению к таким объектам как водные объекты и автомобильные дороги устанавливается ряд специальных границ, на основании которых выделяются земельные участки, с особым режимом использования. Кроме того, при строительстве автомобильных дорог, земельные участки оформляются в аренду. Такие факты позволяют говорить о том, что земли общего пользования необходимо рассматривать в первую очередь как земельный участок, для которого должен быть установлен особый правовой режим и наиболее достоверным термином при данных обстоятельствах является «земельный участок общего пользования», для которого в дальнейшем должны быть определены границы. В свою очередь, сведения о таких границах в установленном порядке должны быть внесены в Единый государственный реестр недвижимости.

2. К землям общего пользования относятся достаточно разные по функциональному назначению территории и земельные участки. Разнообразие предназначения таких земель осложняет правовое обеспечение таких территорий без выделения отдельных функциональных групп. На основании анализа применения ряда нормативных актов, затрагивающих правовой режим таких земель были выделены 3 функциональные группы, которые представлены на рис.

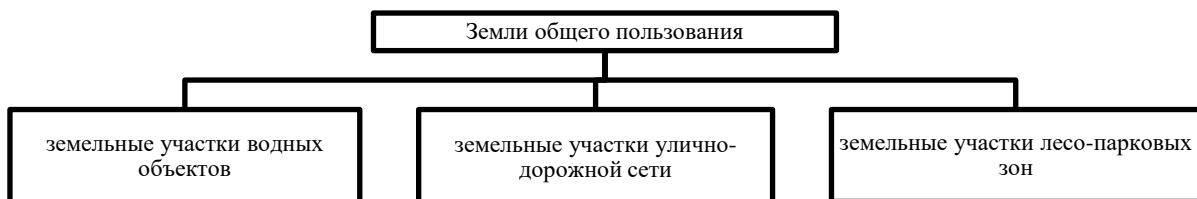


Рис. Классификация земельных участков общего пользования

3. Земли общего пользования предназначены в первую очередь для их беспрепятственного использования неограниченным кругом лиц. Однако для земельных участков водных объектов и улично-дорожной сети действует ряд ограничений, которые определены в специальных нормативно-правовых актах. Такие ограничения позволяют с одной стороны обеспечить охрану земель и объектов, а с другой – здоровье и жизнь человека. Однако подобных норм не разработано для земель под лесопарками (если они не относятся к особо-охраняемым природным территориям). Поэтому использование земель общего пользования должно осуществляться не только на доступности и свободном использовании таких территорий неограниченным кругом лиц, но и на ограничениях, действующих на таких территориях и зафиксированных в специальных нормативно-правовых актах.

4. Установление правового режима использования территорий или земельных участков, основывается на подготовке и утверждении документов планировки территории, которыми утверждаются красные линии (границы), отграничивающие земли общего пользования от иных территорий населенного пункта, а также определяющие их использование и действие ограничений на таких территориях или земельных участках. Поэтому для таких земель необходимо в обязательном порядке проводить подобную процедуру, которая позволит обеспечить соблюдение особого правового режима.

5. Анализ градостроительных документов показал, что в них отсутствуют градостроительные регламенты, определяющие использование земельных участков или территорий общего пользования, что в итоге приводит к свободной доступности, использованию с нарушениями экологических и административных норм и безнаказанности за правонарушения, представленные в Кодексе административных правонарушений РФ или нарушающих нормы природопользования[1].

В настоящее время решение данной проблемы может быть реализовано только через принятие муниципальных нормативных актов, определяющих правовой режим таких земель. В таких нормативных актах должны быть четко детализированы виды разрешенного использования соответствующих земельных участков в целях упорядочения их использования для организации рекреации и охраны окружающей среды.

Таким образом, в результате проведенного анализа нормативно-правового обеспечения был разработан перечень мероприятий, который должен способствовать более оптимальному использованию земель общего пользования.

Литература

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 30.12.2020) (с изм. и доп., вступ. в силу с 10.01.2021). – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»
2. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ред. от 30.12.2020) [Электронный ресурс] – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»

МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ, ЗАНЯТЫХ ОБЪЕКТАМИ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДСТВА И ПТИЦЕВОДСТВА

Каташова А.Е.

Научный руководитель профессор О.А. Пасько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В соответствии с приказом Министерства природных ресурсов и экологии России от 08.12.2020 № 1030 с 1 января 2021 года на территории страны устанавливается порядок проведения мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды на территориях объектов размещения отходов и в пределах их воздействия на окружающую среду. Такой мониторинг осуществляется собственниками и владельцами объектов размещения отходов, в том числе отходов животноводства и птицеводства.

При этом под мониторингом земель, на которых располагаются отходы животноводства и птицеводства, стоит понимать мониторинг использования данных земельных ресурсов по целевому назначению, а именно земель сельскохозяйственного назначения и земель промышленности. Получить информацию о состоянии земель под такими объектами возможно при осуществлении органами власти государственного надзора и в ходе анализа отчетов предприятий о проведенном мониторинге.

Зачастую на землях сельскохозяйственного назначения фермерские хозяйства и крупные предприятия размещают отходы животноводства в качестве удобрения. Территориальные управления Россельхознадзора регулярно проводят проверки в отношении земель сельскохозяйственного назначения на предмет выявления нецелевого использования данных земель, в том числе, размещение отходов животноводства. Мониторинг проводится как в режиме онлайн – по публичным электронным картам, так и при помощи рейдовых осмотров, административных обследований и плановых выездных проверок.

Ежегодно выявляются случаи захламления земель отходами животноводства сельскохозяйственных предприятий. К примеру, в Архангельской области при проектировании и строительстве новых животноводческих комплексов не было предусмотрено оборудование как навозохранилищ, так и площадок для технологической переработки навоза путем его сепарирования. Свежий навоз, помет вывозится и складывается на полях, а данные виды отходов по степени влияния на окружающую среду и критериям вредного воздействия на нее относятся к 3 и 4

классу опасности. Россельхознадзор систематически предупреждает предприятия об ответственности за несанкционированное складирование отходов животноводства на землях сельскохозяйственного назначения, а о необходимости оборудовать навозохранилища, отвечающие требованиям законодательства РФ [1].

Аналогичные нарушения фиксируются Управлением Россельхознадзора по Томской области. В ходе осмотров устанавливается, что на земельных участках сельскохозяйственного назначения в результате хозяйственной деятельности землепользователями не выполняются установленные требования и обязательные мероприятия по защите сельскохозяйственных угодий от захламливания отходами животноводства и птицеводства, что ухудшает качественное состояние сельскохозяйственных угодий [2].

Кроме размещения отходов в неполюженном месте сотрудниками Россельхознадзора также фиксируются нарушения организации и содержания специализированных хранилищ для навоза. Так, в Приморском крае на территории молочно-товарной фермы было выявлено, что территория навозохранилища не имеет ограждения от остальной территории, а расстояние от края ямы да стены телятника менее 7 метров [3].

Также в соответствии с приказом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 24.12.2015 № 664 «Об утверждении Порядка осуществления государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения» в рамках мониторинга использования земель осуществляется наблюдение за использованием данных земель согласно их целевому назначению. По результатам государственного мониторинга аналогично выявляются и пресекаются случаи размещения отходов животноводства на сельскохозяйственных полях.

Для размещения специальных объектов, предназначенных для хранения и обезвреживания отходов животноводства, выделяются земельные участки в категории земель промышленности и энергетики, с видом разрешенного использования «для размещения иных объектов промышленности». Мониторинг данных земель осуществляется в соответствии с приказом Министерства экономического развития РФ от 26 декабря 2014 года № 852 «Об утверждении Порядка осуществления государственного мониторинга земель, за исключением земель сельскохозяйственного назначения».

Кроме того, объекты размещения отходов животноводства относятся к объектам негативного воздействия на окружающую среду. Такие объекты ставят на учет в соответствующем реестре и относятся к региональному или федеральному уровню надзора в соответствии с присвоенной категорией. В рамках осуществления регионального и федерального надзоров ежегодно проводятся плановые проверки юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, в том числе тех, кто осуществляет деятельность по животноводству и птицеводству. В рамках таких проверок рассматриваются также вопросы состояния земельных участков, отведенных для размещения отходов животноводства. Проверки, в случае отсутствия жалоб, проводятся в среднем 1 раз в 3-5 лет.

Кроме того, теме мониторинга объектов размещения отходов животноводства посвящаются некоторые исследования российских ученых. Однако порядок проведения мониторинга, вступивший в силу с 1 января 2021 года, вносит единые требования для проведения мониторинга на территории всех предприятий. Поэтому подобные исследования могут носить рекомендательный характер для складирования именно отходов животноводства.

В рамках разработки методов повышения экологической безопасности сельских территорий в Ленинградской области предложены система мероприятий по реализации концепции, а также этапы организации мониторинга на предприятиях животноводческого и птицеводческого производства, направленные на сокращение негативного воздействия на земельные ресурсы. В рамках концепции предложена методика проведения мониторинга, включающая в себя оценку негативного воздействия на окружающую среду технологий и технических средств сельскохозяйственного предприятия, а также плановое проведение производственного экологического контроля в хозяйствах [4].

На территории Воронежской области существует отдельный агроэкологический мониторинг за состоянием почв. Каждые пять лет специалисты проводят обширное агрохимическое обследование. Первые данные такого обследования фиксируются с 1965 года. В основном в рамках мониторинга определяются содержание подвижного фосфора, обменного калия, гумуса и кислотности. Полученные результаты позволяют определять степень воздействия животноводческого производства на земельные ресурсы согласно химическому составу почвы [5].

В связи с цифровизацией современного общества все чаще и чаще в экологическом мониторинге используются методы, основанные на работе беспилотных летательных аппаратов. Они позволяют достигать необходимого уровня безопасности, а также оперативно разрабатывать комплексные природоохранные мероприятия. Беспилотные летательные аппараты позволяют наблюдать, фиксировать и делать прогноз экологического состояния сельскохозяйственных объектов с целью снижения вредного воздействия этих объектов на окружающую среду. Предполагается, что основными потребителями беспилотной продукции станут не мелкие фермерские хозяйства, а крупные сельскохозяйственные производители [7].

В Томской области ведется официальный реестр объектов образования отходов животноводства и реестр выданных лицензий на осуществление деятельности по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов животноводства I - IV классов опасности. На июль 2019 года в Томской области в таком реестре стояло 62 объекта. Еще 15 предприятий имеют лицензию на транспортирование, хранение, размещение и/или утилизацию данных отходов. Это говорит о том, что не все предприятия имеют оборудованные места для размещения отходов. При этом отходы на фермах продолжают образовываться, следовательно, они складываются на тех же земельных участках или разносятся по посевным площадям.

Большинство исследований показывают, что актуальными направлениями агроэкологических исследований на ближайшую перспективу будут являться цифровые проекты с «умными» технологиями. Технические инструменты обеспечат сбор информации и принятие решений в режиме онлайн. Цифровое направление позволит создать технологии устойчивого функционирования экологии и сельскохозяйственного производства [6].

Таким образом, несмотря на утвержденный порядок мониторинга объектов для размещения отходов, остаются открытыми вопросы в отношении отдельных видов таких отходов, образующихся в результате

деятельности предприятий. В России отсутствует единый реестр объектов для размещения отходов животноводства, который мог бы представлять пользователям краткую, но актуальную информацию о площади таких объектов, времени их эксплуатации и мощности. Такие инструменты важны, в первую очередь, для пресечения нарушений действующего законодательства, а также для снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду. Однако порядок по проведению мониторинга предприятиями обязует их предоставлять в территориальные отделы Росприроднадзора ежегодный отчет, который позволит анализировать динамику образования отходов, занимаемые площади, концентрации загрязняющих веществ. Статистическая обработка данной информации позволит акцентировать внимание на наиболее опасных объектах для окружающей среды и здоровья человека.

Литература

1. Официальный сайт Управления Россельхознадзора по Архангельской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.urn10.ru/> (дата обращения: 10.12.2020).
2. Официальный сайт Управления Россельхознадзора по Томской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rsn.tomsk.ru/> (дата обращения: 01.12.2020).
3. Официальный сайт Управления Россельхознадзора по Приморскому краю и Сахалинской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://primorsk.fsvps.ru/> (дата обращения: 10.12.2020).
4. Афанасьев В. Н. Методы и средства повышения экологической безопасности технологий и технических средств для агропромышленных предприятий Северо-Западного региона //Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2011. – Т. 22. – №. 3. – С. 175.
5. Алмобарак Ф., Межова Л. А. Результаты мониторинга природно-антропогенной трансформации агроэкосистем Воронежской области за период сельскохозяйственного природопользования //Самарский научный вестник. – 2020. – Т. 9. – №. 1. – С. 14-18.
6. Брюханов А. Ю. и др. Результаты агроэкологических исследований в рамках европейских программ сотрудничества //Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2019. – №. 1 (98).
7. Вторый В. Ф., Вторый С. В. Перспективы экологического мониторинга сельскохозяйственных объектов с использованием беспилотных летательных аппаратов //Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2017. – №. 92.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА

Кобызев Н.С.

Научный руководитель профессор А.И. Гусев

***Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет им. В.М. Шукшина,
г. Бийск, Россия***

Современные проблемы землеустройства носят не только количественный (количество неучтенной недвижимости, «самострои», не введенные в эксплуатацию дома), но и качественный характер как в сфере налогообложения, учета земель, оценки реальной стоимости участка и недвижимости, расположенной на нём.

На помощь в приобретении имущества, например, с использованием материнского капитала для молодой семьи всегда может прийти грамотный юрист, но не каждая семья, совершающая сделку с недвижимостью, может грамотно подойти к решению данного вопроса в силу малой информированности и цифровой грамотности.

Особой проблемой широкого мало задействованного спектра землеустройства являются:

1. Благоустройство населенных пунктов.

При данном виде градостроительных мероприятий особое внимание стоит уделять слабой реализации и реструктуризации мусорной реформы: централизация сбора мусора в многоэтажных благоустроенных домах достаточно хорошо организована на основании подзаконных актов и ГОСТов (на близость расположения мусорных баков, период сбора мусора, органы местного самоуправления по вывозу и переработке мусора четко регламентированы). Для частного же сектора данные стандарты не всегда приемлемы: по техническому регламенту мусорный бак не должен находиться ближе 20 метров от жилого дома, а также от любого соседского. При этом стоит учесть, что ширина улиц в частном секторе не превышает 6 метров, что не всегда позволит организацию централизованного сбора мусора. Поэтому актуальным и целесообразным остается лишь сбор мусора каждым домовладельцем в отдельный мусорный контейнер. Но появившаяся в 2019 году поправка (на местном законодательном уровне) о централизованном сборе мусора специальной техникой в определенное время снизила засоренность от мусора окраины землевладельческих угодий в частном секторе [3].

Не менее важным аспектом развития населенного пункта и региона в целом является образ района въезда в населенный пункт. Яркий пример – город Бийск, являющийся туристскими «воротами» Горного Алтая. В рамках туристских градостроительных проектов начал частично реализовываться проект 2014 года «Золотые ворота Алтая», заключен муниципальный контракт за № 03 от 02.06.2014 года на выполнение строительно-монтажных работ [5]. В этот же период продолжает работу полигон технических и бытовых отходов. Он не только находится в непосредственной близости к трассе, но и нарушает эстетический вид пресловутого исторического наукограда. Не повышает желания у гостей города его посетить и дальнейшее продвижение по его улицам: придорожные частные дома на Больничном взвозе разрушены пожарами (и не демонтированы многие годы), высоковольтные провода на столбах провисшие, не смотря на установку и сдачу в эксплуатацию летом 2020 года. Данный факт не может оставить равнодушными ни местное население, ни гостей города, не желающих задерживаться в городе для его посещения и изучения его богатейшей истории, скрытой от проезжей магистрали города. Подобная ситуация

встречается и в других городах, и более мелкими населенными пунктами, имеющими богатый фонд достопримечательностей внутри него самого, но эстетически непривлекательный вид при въезде в них. Этот неоспоримый факт достаточно сильно оттягивает приток туристского контингента к таким городам и населенным пунктам, оттягивая потенциальный капитал к другим, более привлекательным туристским районам. Ослабление туристского интереса к регионам происходит вследствие малой разработанности проектов по землеустроительному проектированию не только достопримечательных мест, но и близлежащих районов. Примером служат города Томск, Красноярск, Иркутск, Барнаул, Абакан, Кызыл, Ростов-на-Дону, Москва, Краснодар, Ейск, Азов и многие другие. Они привлекают туристов памятниками архитектуры и природы (при правильном планировании и зонировании памятники архитектуры не закрыты современными многоэтажными домами и торговыми центрами) и современные скульптуры, находящиеся в доступных и заметных местах.

2. Неудовлетворенность жителей при обеспеченности жильём:

А. Молодые семьи при оформлении документов о помощи в приобретении жилья в социальных организациях сталкиваются с проблемой полного или частичного отказа в помощи [1]. Полный отказ происходит в тех случаях, когда у супругов суммируется жилплощадь по их разным пропискам (жилая площадь в данном случае может превышать требуемый минимум), хотя и требуется отдельное новое жилье при потенциальной выписке из родительского дома супругов с постановкой на учет в новое жильё. При обращении в социальные службы для постановки на очередь в получении нового жилья по программе «Молодая семья» после выписки из родительского дома и отсутствием прописки в новом доме может возникнуть проблема обложения штрафами от службы миграции. Не менее абсурдной может выглядеть и ситуация с частным жилым домом на несколько хозяев: специалист социальной службы может в плане дома увидеть общее домовладение большей площади, нежели есть на самом деле (план межевания двух земельных участков и совместного жилого строения, принадлежащего в разных долях разным людям, может быть не отображен на плане дома. Это ведет к введению в заблуждение не только работника социальной службы при внесении молодой семьи в программу по обеспечению жильем, но и риелторов при возможных в будущем сделках с данной недвижимостью). Частичный отказ молодой семье может произойти при наличии достаточной жилой площади (даже родительской), но малым общим заработком, что не позволит выплатить ипотечное кредитование, по которому город или государство оплачивает некоторую часть будущего жилья семьи. В данном случае помощь в обеспечении жильем может получить семья с имеющимся жильем и хорошим заработком, но, зачастую, такие семьи не приходят за помощью в социальные службы, имея собственную возможность в покупке жилья. Следовательно, молодые семьи, остро нуждающиеся в новом жилье, не могут себе позволить покупку отдельной от родителей собственности, что может повлечь за собой некоторые сложности при совместном проживании и повышении рождаемости. Отдельным критерием, препятствующим созданию семей и увеличению рождаемости, становится повышение стоимости жилой недвижимости в следствие прихода на помощь будущим семьям «Материнского капитала». Государственная помощь в данном аспекте достаточно высока в улучшении условий жизни будущих семей и является хорошим стимулом для рождения новых детей и улучшения качества их жизни. Однако, в связи с приходом данной программы, некоторые владельцы недвижимости при продаже нуждающимся в жилье семьям, искусственно завышают цену на нее. Цена на такие объекты недвижимости для молодой семьи может возрасти от 40 000 рублей (в заброшенном сельском поселении) до размера материнского капитала (616 617 рублей по состоянию на 2020 год).

Б. Семьи-переселенцы из ветхого жилья не всегда получают полноценное жильё в обмен на прежнее ветхое. В новых домах, построенных специально для таких семей, в первую очередь, просторные квартиры на средних и первых этажах могут идти на продажу (в нередких случаях они делятся на несколько отдельных квартир и сдаются в аренду посуточно), а остатки данного жилого фонда (угловые, квартиры верхних этажей, перепланированные и разделённые) в последнюю очередь идут на заселение переселенцами из ветхого жилья. Данное распределение не всегда приемлемо для новых жильцов в силу состава семьи и неудобства планировки комнат квартиры (комната в 10 – 12 квадратных метров может отличаться от представлений жильцов, представляя собой ни требуемые 3,3 * 3,03 (кв.м.), а всего лишь 2 * 5 (кв.м.), в габариты которых трудно вписаться мебели и даже самим жильцам) [4].

В. Изменение структуры, разделов и появление платных информационных сервисов в Публичной кадастровой карте лишили возможности гражданское население узнавать кадастровую стоимость интересующих земельных участков [6]. Теперь для выяснения кадастровой стоимости земельного участка, собственников жилья и их долги можно узнать лишь при оплате услуг (в срочной выписке из единого государственного реестра недвижимости, в выписке о переходе прав и в отчете о рисках). Стоимость данных документов может составить 3230 рублей (по состоянию на декабрь 2020 года). Данное нововведение стало неудобным для поиска информации по искомому объекту будущего жилья или строительства для молодой семьи или ее переезде на новое место жительства, зато благоприятным для развития мошеннических сделок и искусственного завышения цен на землю и недвижимость, находящуюся на ней. Главным же оставшимся неудобством Публичной кадастровой карты осталось отображение межевания участков, которое может помочь потенциальному покупателю желаемого участка, информируя его об отсутствии межевания участка и, возможно, землевладельца. А это является одним из факторов предотвращения обмана потенциального покупателя, а также удобным источником информации для кадастрового инженера при поиске территорий, на которых не было проведено межевание и определение реальной кадастровой стоимости земельного участка [2]. Еще одним из удобных сервисов Публичной кадастровой карты является возможность подать заявку на межевание земельного участка. В силу того, что на карте показываются только участки, которым проведено межевание с 2006 года (год изменения законодательства), цена на его аренду или покупку может быть не фиксированной и значительно разниться с кадастровой. А это может повлечь за собой судебные разбирательства при излишней или недостаточной оплате налогов за землю и недвижимость, а также

повышенный риск возникновения мошеннических сделок в связи с отсутствием информации об участке на Публичной кадастровой карте [6].

Проблемы землеустройства в Российской Федерации с каждым годом становятся более острыми, внося неудобства как населению, так и развитию экономики страны в целом. Рассмотрение и решение изложенных проблем требуется решать, как на местном, так и законодательном уровне, не обходя стороной потребности и возможности населения.

Литература

1. Гражданский кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : федер. закон от 30.11.1994 N 51-ФЗ – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. О землеустройстве [Электронный ресурс] : федеральный закон от 18.06.2001 N 78-ФЗ – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. О решениях по итогам совещания о переходе на новую систему обращения с твердыми коммунальными отходами [Электронный ресурс] : поручение Правительства РФ от 19.02.2019 N ДМ-П9-10пр. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
4. О Фонде содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.07.2007 N 185-ФЗ (ред. от 07.04.2020). – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
5. Официальный сайт муниципального образования город Бийск [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://бийск.рф/city/urban_economy/str/avto/
6. Официальный сайт Росреестра [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosreestr.ru/wps/portal/>.

ВОПРОСЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ПЛАНИРУЕМЫХ К СТРОИТЕЛЬСТВУ ОБЪЕКТОВ РАЗМЕЩЕНИЯ ОТХОДОВ В СХЕМАХ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ (СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ)

Латин О.В.

Научный руководитель старший преподаватель Л.Н. Чилингер

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Реформа системы обращения с отходами производства и потребления (ТКО) требует от субъектов Российской Федерации (РФ) серьёзных усилий, направленных на сокращение доли отходов, размещаемых на объектах, не соответствующих обязательным требованиям. По различным оценкам в РФ на 2019 год дефицит объектов инфраструктуры обращения с ТКО составлял от 30 до 35 % (102 млн. метров кубических ТКО). Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» (Закон об отходах), вопрос о строительстве объектов размещения ТКО (полигонов ТКО), связывает с разработанными территориальными схемами обращения с отходами. Разработка таких схем должна осуществляться в соответствии с документами территориального планирования [2].

Исследуя актуальные схемы территориального планирования Красноярского края и Иркутской области, автор статьи обнаружил в текстовых материалах обоснования схем территориального планирования точные координаты мест предполагаемого размещения планируемых к строительству полигонов ТКО. В актуализированных документах территориального планирования Красноярского края местоположение планируемых объектов отображено в виде десятичных координат системы WGS-84 (табл.), а материалы по Иркутской области содержат кадастровые номера земельных участков для организации полигонов ТКО (по сведениям ЕГРН).

Таблица

Выкопировка Таблицы 18 «Перспективные объекты в области обращения с твёрдыми коммунальными отходами» [9] Материалы по обоснованию схемы территориального планирования, Приложение (к тому II. Часть 2) разработчик АО «Красноярскгражданпроект», 2019 г

Год	Зона РО	Объект	Расположение	Мероприятие	Прочая информация
2022	Северо-Енисейская зона	Перспективный полигон Северо-Енисейский	60.39235, 93.067477	Ввод в эксплуатацию	Мощность: 1,1 тыс. тонн/год; Емкость: 22 тыс. тонн

Используя программу SAS-planet и представленные координаты, автор настоящей статьи определил пространственное местоположение одного из планируемых к размещению полигонов ТКО см. Рисунок 1 и 2.

На рисунках изображен Перспективный полигон Северо-Енисейский, определённый по координатам, которые приведены в материалах обоснования схемы территориального планирования. Также указаны азимут и кратчайшее расстояние от условно контрольной точки (геометрический центр ВПП) Аэропорта «Северо-Енисейск» включенного в Государственный Реестр аэродромов и вертодромов гражданской авиации РФ № 7/15 от 02.02.2016 г [7].

Таким образом, перспективный полигон, предполагается организовать на удалении в 3,7 км до условно контрольной точки аэропорта «Северо-Енисейск». При выборе места не было учтено важнейшее требование ст. 47 Воздушного кодекса, предусматривающее установление зон с особыми условиями использования территорий (ЗООИТ) – приаэродромных территорий [4].



Рис.1. Расстояние от аэропорта «Северо-Енисейск» до перспективного полигона Северо-Енисейский



Рис. 2. Расстояние от жилой застройки до перспективного полигона Северо-Енисейский

Для объектов, предусматривающих размещение отходов, и тем самым, способствующим привлечению птиц, такая зона составляет 15 километров от контрольной точки аэродрома [5]. На рисунке 2 представлено расстояние от ближайших жилых домов до полигона которое едва превышает 200 метров. Следовательно, при выборе местоположения не были учтены требования СП 2.1.7.1038-01 содержащее гигиеническое правило к устройству полигонов о размере санитарно-защитной зоны таких объектов, предусматривающее наличие не менее 500 метров от границ жилой застройки до границ полигона [10].

Исследуя актуальные материалы по обоснованию схемы территориального планирования Иркутской области [8], подготовленные ОАО «Гипрогор», (Москва, 2017 год), можно увидеть, что в них приводятся кадастровые номера земельных участков учтённых в ЕГРН с разрешенным использованием для размещения полигона твёрдых коммунальных отходов.

Для рассмотрения точности определения местоположения планируемого к строительству объекта размещения отходов. Выберем один из образованных в ЕГРН земельных участков, расположенный в границах муниципального образования Артёмовское городское поселение, Бодайбинского района, Иркутской области, имеющий кадастровый номер 38:22:010001:1941, с разрешенным использованием «для размещения полигона твёрдых коммунальных отходов», площадью 2,8 га, на землях категории земель населённых пунктов[8].

Если земельный участок образован на землях населённых пунктов, то согласно ч. 2 ст. 82 Земельного кодекса такой участок должен находиться в границах населённого пункта [3]. Такая ситуация прямо противоречит требованиям Закона, об отходах который устанавливает запрет на захоронение отходов в границах населённых пунктов [2].

Таким образом, рассмотренные в настоящей статье местоположения объектов размещения отходов, планируемых к строительству схемами территориального планирования Красноярского края и Иркутской области, не учитывают ряд обязательных требований законодательства РФ. В данных обстоятельствах весьма сложно оценить точность описания и отображения объектов в документах территориального планирования [6] до установления единых правил и самостоятельного методического подхода к определению местоположения таких объектов материалами территориального планирования.

Градостроительный кодекс (ГрК РФ) предоставляет субъектам Российской Федерации широкие полномочия и достаточный инструментарий для качественной подготовки схем территориального планирования.

Так в соответствии с п. 10 ст. 15 ГрК РФ законами субъектов федерации определяется состав и порядок подготовки схем территориального планирования [1].

В соответствии с п. 2 ст. 1 ГрК РФ под территориальным планированием понимается, в том числе определение планируемого размещения объектов [1]. По общему правилу, установленному п. 4 ст. 14 ГрК РФ «в положении о территориальном планировании указываются сведения о видах назначения и наименованиях планируемых для размещения объектов регионального назначения их основные характеристики и местоположение (указывается наименование муниципального района, поселения, городского округа, населённого пункта)» [1].

«На картах планируемого размещения объектов регионального значения обозначаются планируемые для размещения объекты регионального значения» [1]. Такие объекты отображаются в соответствии с «требованиями к описанию и отображению в документах территориального планирования объектов федерального значения, объектов регионального значения, объектов местного значения» [6] установленными Приказом Министерства экономического развития РФ от 9 января 2018 г. N 10.

Согласно п.п. 2 п. 8 ст. 14 ГрК РФ материалы по обоснованию схем территориального планирования субъектов РФ в текстовой форме содержат «обоснование выбранного варианта размещения объектов регионального значения на основе анализа использования соответствующей территории и возможных направлений её развития, прогнозируемых ограничений» [1].

ГрК РФ не предусматривает, какого-то особого порядка определения планируемого местоположения таких специальных природозащитных объектов, как полигоны ТКО, рассматривая их в общем, в качестве объектов капитального строительства. При этом само градостроительное законодательство, как следует из п. 1 ст. 3 ГрК РФ состоит непосредственно из ГрК РФ и «других федеральных законов» [1]. В этой связи норма Закона об отходах предусматривающая, что определение «места строительства объектов размещения отходов осуществляется на основании специальных (геологических, гидрогеологических и иных) исследований в порядке, установленном законодательством РФ» [2], фактически является градостроительной нормой нивелирующей неточности схем территориального планирования.

Между тем наличие такой градостроительной нормы никак не отменяет и не заменяет требований к точности определения местоположения и отображения в схемах территориального планирования планируемых к строительству объектов размещения отходов.

Точность определения местоположения планируемых к размещению полигонов ТКО в документах территориального планирования может быть обеспечена выполнением соответствующих инженерных изысканий при подготовке данных по обоснованию материалов необходимых для территориального планирования, что на взгляд автора статьи, позволит «обеспечить учёт экологических, экономических, социальных и иных факторов при осуществлении градостроительной деятельности» [1].

Таким образом, в результате проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

– точное определение местоположения планируемых к размещению полигонов ТКО в материалах схемы территориального планирования возможно только на основании результатов соответствующих инженерных изысканий;

– отсутствие проведенных инженерных изысканий и не точное определение местоположения планируемых к размещению полигонов ТКО при подготовке материалов обоснования схем территориального планирования не является препятствием к реализации схемы территориального планирования и подготовки документов по планировке территории;

– ошибочное или неточное определение документами территориального планирования местоположения планируемых к размещению полигонов ТКО автоматически запускает норму п. 4 ст. 14 ГрК РФ, которая предусматривает, что в положении о территориальном планировании местоположение объекта указывается (наименование муниципального района, поселения, городского округа, населённого пункта).

Литература

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации (с изменениями на 08.12.2020 года) [Электронный ресурс] : федер. закон от 29.12.2004 № 190-ФЗ. – Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
2. Об отходах производства и потребления (с изменениями на 7 апреля 2020 года) (редакция, действующая с 14 июня 2020 года) [Электронный ресурс] : федер. закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ. – Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
3. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ред. от 30.12.2020) [Электронный ресурс] – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»
4. Воздушный кодекс Российской Федерации (ред. от 08.06.2020) [Электронный ресурс] : федер. закон от 19.03.1997 № 60-ФЗ. – Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
5. Об утверждении Правил установления приаэродромной территории, Правил выделения на приаэродромной территории подзона и Правил разрешения разногласий, возникающих между высшими исполнительными органами государственной власти субъектов Российской Федерации и уполномоченными Правительством Российской Федерации федеральными органами исполнительной власти при согласовании проекта решения об установлении приаэродромной территории» [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 02.12.2017 N 1460 – Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
6. Об утверждении Требований к описанию и отображению в документах территориального планирования объектов федерального значения, объектов регионального значения, объектов местного значения и о признании утратившим силу приказа Минэкономразвития России от 7 декабря 2016 г. N 793 (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс] : Приказ Министерства экономического развития РФ от 09.01.2018 № 10. – Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
7. Официальный сайт Федерального Агентства Воздушного Транспорта (РОСАВИАЦИЯ) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://favt.gov.ru/deyatelnost-ajeroporty-i-ajerodromy-reestr-grajdanskij-ajerodromov-rl/>.
8. Официальный сайт Службы архитектуры Иркутской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://irkobl.ru/sites/saio/terplan/stp-io/>.
9. Официальный сайт Министерства строительства Красноярского края [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minstroy.krskstate.ru/graddoc/terplan/0/id/34342>.
10. О введении в действие санитарных правил, СП 2.1.7.1038-01 Санитарно-эпидемиологические правила от 30.05.2001 N 2.1.7.1038-01 [Электронный ресурс] : Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 30.05.2001 N 16. – Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».

ПРОБЛЕМЫ ПРОЦЕДУРЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ ПРАВ НА ЗЕМЕЛЬНЫЕ УЧАСТКИ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЕ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

Ляпунова А.П.

Научный руководитель доцент Н.В. Кончакова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Реформа системы обращения с отходами производства и потребления (ТКО) требует от субъектов Российской Федерации (РФ) серьезных усилий, направленных на сокращение доли отходов

Нефть и газ играют чрезвычайно важную роль в развитии мировой экономики и международной торговли. В то же время нефтяная промышленность является важнейшим компонентом социально-экономического развития России со всеми ее разнообразными связями с другими отраслями и секторами экономики.

В этом контексте процесс землеустроительного проектирования и образования земельных участков занимает особое место при размещении нефтегазовых объектов.

Земельное и гражданское законодательство Российской Федерации единогласно унифицируют правило, согласно которому земельные участки могут быть введены в оборот только после прохождения ими процедуры государственного кадастрового учета. Таким образом, земельный участок, не прошедший процедуру постановки на государственный кадастровый учет, не является объектом недвижимости. Вследствие этого, приобретение прав и сделки с земельными участками могут быть совершены только после постановки такого земельного участка на кадастровый учет.

Должный уровень правового регулирования постановки на государственный кадастровый учет объектов недвижимости формирует платформу для обеспечения прав и законных интересов всех участников правоотношений [3].

Образование земельного участка, предоставляемого на правах аренды для строительства и эксплуатации линейных объектов нефтегазовых месторождений, осуществляется в соответствии с одним из следующих документов:

1. Проект межевания территории;
2. Проектная документация лесного участка;
3. Утвержденная схема расположения земельного участка или земельных участков на кадастровом плане территории [1].

Процедура формирования и постановки на учет земельных участков для размещения и эксплуатации линейных объектов нефтегазового комплекса претерпела множество изменений в связи с реформированием российских нормативно-правовых документов.

Процедура формирования и постановки на учет земельных участков для размещения и эксплуатации линейных объектов нефтегазового комплекса, действующая с 2015 года по настоящее время, представлена на рисунке 1.

Анализ данной процедуры показал, что на этапе заключения договора подряда с кадастровым инженером для подготовки документации необходимой для формирования земельных участков для размещения линейно-площадочных объектов нефтегазового комплекса возникает ряд проблем.

Так, на законодательном уровне закреплено, что только после получения разрешения на строительство застройщик имеет право осуществлять строительство и реконструкцию объекта капитального строительства. Однако застройщику ничто не мешает начать строительство без правоустанавливающих документов на земельные участки и полученного разрешения на строительство.

После завершения строительства такого объекта застройщик не имеет право ввести в эксплуатацию данный объект, и вынужден повторно обращаться в проектную организацию для того, чтобы провести узаконивание объекта капитального строительства.

В ходе анализа, проведенного в данной работе, были выявлены причины возникновения нарушений земельного законодательства при оформлении прав на недвижимое имущество нефтегазового комплекса:

1. Отсутствие проектной документации и положительного заключения органов экспертизы.
2. Эксплуатируемый земельный участок не поставлен на государственный кадастровый учет.
3. Отсутствие договоров аренды на земельные участки, на которых располагается объект недвижимости.
4. Строительство линейных сооружений без разрешительной документации.
5. Эксплуатация объекта без разрешительных документов.

Проанализировав проблемы, возникающие при формировании и оформлении прав, а также использовании объектов недвижимости нефтегазового комплекса и их постановки на кадастровый учет было выявлено, что были допущены грубые нарушения земельного законодательства Российской Федерации.

Во избежание подобных инцидентов для строительства новых объектов нефтегазового комплекса необходимо усовершенствовать существующую процедуру формирования и оформления прав на земельные участки, предназначенные для строительства линейных объектов нефтегазового комплекса, которая позволит проводить контроль от начала проектирования объекта недвижимости до ввода его в эксплуатацию.

Основные этапы усовершенствованной процедуры, которые способны предотвратить проблемы, возникающие при формировании и оформлении прав на земельные участки, состоят в следующем:

1. Подготовка документации для отвода границ земельных участков, в соответствии с нормативно-правовыми актами, должна происходить на стадии проектирования.
2. Подготовка и утверждение документации по планировке территории, а также для оформления документации на земельные участки [2].
3. Заключение договора на выполнение кадастровых работ после прохождения экспертизы проектной документации.

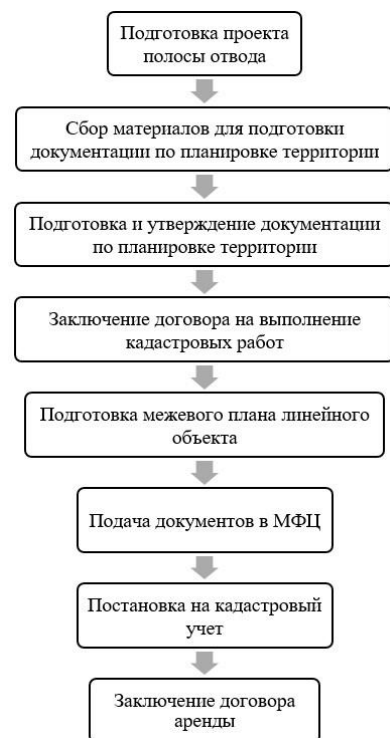


Рис. 1. Процедура формирования земельных участков для линейных объектов нефтегазового комплекса

4. Получение предварительного положительного заключения проектной документацией. В течение 6 месяцев со дня получения предварительного положительного заключения Заказчику необходимо предоставить в органы экспертизы заключенные договора аренды на все земельные участки, используемые для строительства и эксплуатации объектов нефтегазового комплекса.

5. Получение положительного заключения проектной документации, обладая которым Заказчик имеет право заключать договора со строительными организациями для начала строительства.

6. Введение на законодательном уровне авторского надзора за соблюдением границ проектирования, которые располагаются в пределах отведенных земельных участков.

7. Заключение договора на выполнение кадастровых работ для подготовки технических планов линейных сооружений.

8. Предоставление выписок из ЕГРН на линейные сооружения для получения разрешения на ввод в эксплуатацию.

Усовершенствованная процедура формирования и оформления прав на земельные участки и линейные сооружения нефтегазового комплекса соответствует действующему земельному законодательству и снижает вероятность появления проблем, выявленных в данной работе. Схема данной процедуры представлена на рисунке 2.

Выявление причин нарушений позволяет своевременно корректировать систему земельно-имущественных отношений. В настоящее время на землях различных категорий в России находится множество объектов нефтегазового комплекса, при строительстве и эксплуатации которых были допущены существенные нарушения действующего земельного законодательства.

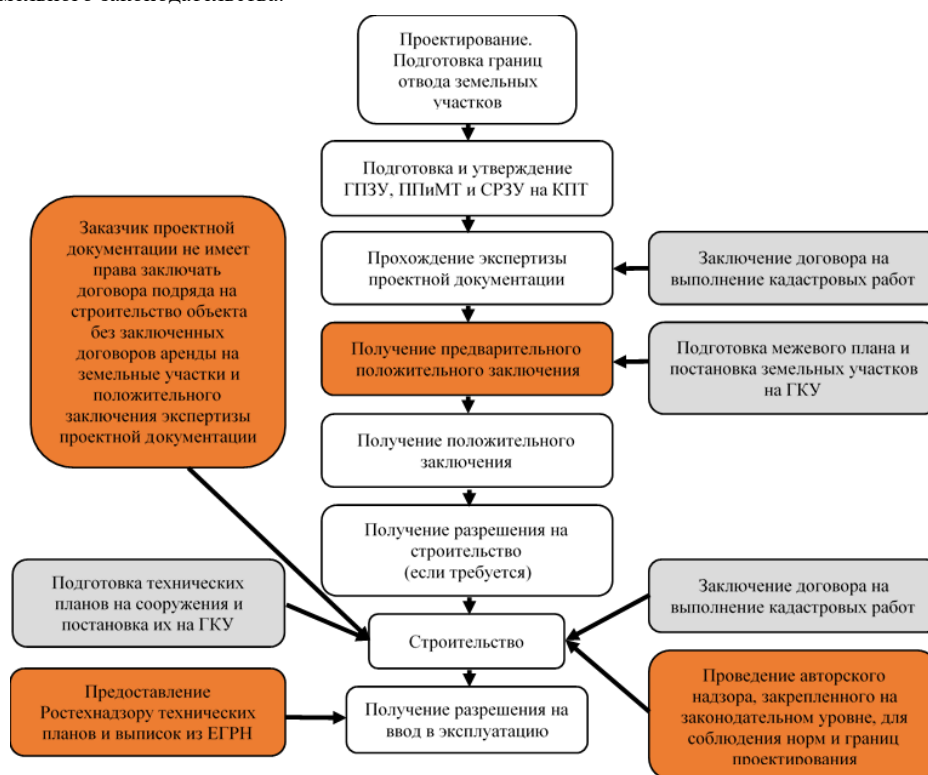


Рис. 2. Усовершенствованная процедура формирования и оформления прав на земельные участки и линейные сооружения нефтегазового комплекса

Благодаря включению в существующую процедуру формирования и оформления прав на земельные участки и линейные сооружения нефтегазового комплекса дополнительных блоков (этапов) возможно устранить причины нарушений земельного законодательства при строительстве и эксплуатации линейных объектов нефтегазового комплекса.

Литература

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 30.12.2020) (с изм. и доп., вступ. в силу с 10.01.2021). – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»
2. Журавель А. Л., Кондрашева Ю. А. Особенности формирования земельных участков для строительства, реконструкции и эксплуатации линейных объектов //Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. – 2019. – Т. 1. – №. 3. – С. 312-316.
3. Локотченко Е. Ю., Ткачева Л. Ф. Кадастр объектов недвижимости. – 2015. – с.120.

**УСТАНОВЛЕНИЕ РЫБООХРАННОЙ ЗОНЫ ОЗЕРА МИРНОЕ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ СВЕДЕНИЙ В
ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕЕСТР НЕДВИЖИМОСТИ**

Медвецкая А.В.

Научный руководитель старший преподаватель Л.Н. Чилингер

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Установление границ рыбоохранных зон для водных объектов является важной государственной задачей в целях сохранения условий воспроизводства водных биологических ресурсов, а также обеспечения жизнедеятельности населения. Понятие "рыбоохранная зона" уточнено и введено в Федеральный закон "О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов" [1] в 2008 году. В отличие от водоохранных зон, рыбоохранные зоны устанавливаются в отношении водных объектов, имеющих рыбохозяйственное назначение.

Границы зон с особыми условиями использования территорий (ЗООИТ) должны быть установлены в местной системе координат субъекта Российской Федерации (РФ), а сведения о расположении таких зон внесены в Единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН) до 01 января 2022 года.

Целью данной статьи является изучение требований к внесению сведений о границах рыбоохранной зоны в ЕГРН и установление такой зоны на примере озера Мирное, расположенное в Парабельском районе Томской области.

В соответствии с Постановлением Правительства РФ № 743 "Об утверждении Правил создания рыбоохранных зон" [2] территориальные органы Федерального агентства по рыболовству, а по Томской области – департамент охотничьего и рыбного хозяйства, осуществляют подготовку предложений об установлении таких зон. Далее Федеральное агентство по рыболовству рассматривает данные предложения, принимает решение об установлении рыбоохранных зон, устанавливает их границы и уведомляет об этом органы исполнительной власти субъектов РФ, органы местного самоуправления.

Решение органа государственной власти или органа местного самоуправления, уполномоченного на установление такой зоны, является основанием для установления границ. Установление границ рыбоохранной зоны водного объекта осуществляется путем внесения сведений в ЕГРН, которое происходит в порядке межведомственного взаимодействия. Порядок установления границ рыбоохранной зоны представлен на рис. 1.

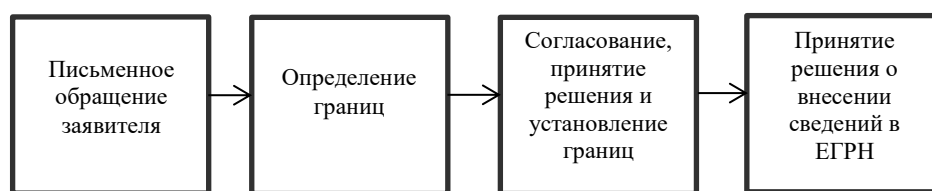


Рис. 1. Порядок установления рыбоохранной зоны

В связи с постановлением № 650 [3] информация о границах ЗООИТ состоит из графического описания местоположения границ, которые вычисляются координатами, рассчитанными в местной системе координат (МСК-70).

Для формирования границ рыбоохранной зоны необходимо обусловить береговую линию (границу водного объекта), которая определяется в соответствии с Водным кодексом РФ, и установить величину ширины рыбоохранной зоны.

Согласно таблице, ширина рыбоохранной зоны для объекта исследования, установленной от береговой линии, составит 200 м.

Таблица

Нормативные размеры рыбоохранных зон и правила установления береговой линии

Тип объекта	Размеры объекта	Ширина рыбоохранной зоны, м	Береговая линия
Река, ручей	≤ 10 км	50	по среднемноголетнему уровню вод
	10 – 50 км	100	
	≥ 50 км	200	
Водохранилище, озеро	–	50	по постоянному уровню воды или вдоль линии максимального отлива
Река, ручей, озеро, водохранилище особо ценного рыбохозяйственного значения	–	200	
Море	–	500	

Пруд, имеющий связь с водными объектами	–	50	в соответствии с подпорным уровнем воды
---	---	----	---

В целях описания местоположения границ рыбоохранной зоны используется фотограмметрический метод, позволяющий по аэрофотоснимкам или космическим снимкам определить положение береговой линии и оперативно получить значения координат характерных точек. Земельные участки, на которых располагается озеро, относятся к землям водного фонда, поэтому погрешность определения координат характерных точек составляет 5,00 м, а размер проекции пикселя на местности для данного снимка – 60 см. Протяженность береговой линии достигает 18 км, а рыбоохранной зоны – 19 км. Наглядный пример отображения результатов по установлению границ показан на рис.2.

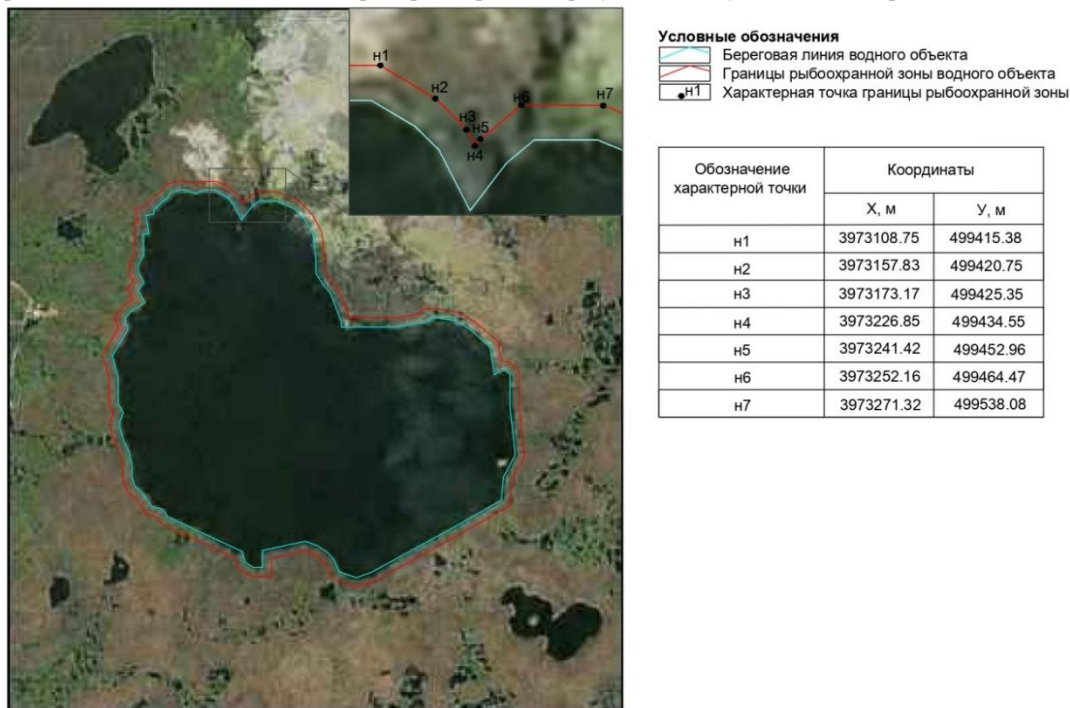


Рис.2. Схема расположения границы рыбоохранной зоны и фрагмент из каталога координат характерных точек данной зоны озера Мирное

После внесения сведений о рыбоохранной зоне в ЕГРН на земельных участках, входящие в данную зону, вводятся ограничения, изложенные в Постановлении РФ № 743:

- 1) использование сточных вод в целях регулирования плодородия почв;
- 2) размещение кладбищ;
- 3) движение и стоянка транспортных средств;
- 4) сброс сточных и дренажных вод;
- 5) вспашка земли;
- 6) выпас сельскохозяйственных животных.

Наличие ЗОУИТ играет важную роль, поэтому их установление необходимо для защиты жизни и здоровья населения, безопасной эксплуатации объектов, охраны окружающей среды, а внесение сведений о таких зонах в ЕГРН позволяет предотвратить ошибки в разработке мероприятий по планированию развития и застройки территорий.

Литература

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 30.12.2020) (с изм. и доп., вступ. в силу с 10.01.2021). – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»
2. Земельный кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : федер. закон от 20.04.2004 № 166-ФЗ. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. Об утверждении правил установления рыбоохранных зон [Электронный ресурс] : постановление Правительства РФ от 06.10.2008 № 743. – Доступ из справ.-правовой системы «ГАРАНТ».
4. Об установлении формы графического описания местоположения границ зон особо охраняемых природных территорий... [Электронный ресурс] : постановление Правительства РФ от 23.11.2018 № 650. – Доступ из справ.-правовой системы «ГАРАНТ».

**КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ
(НА ПРИМЕРЕ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВ)**

Носова М.В.^{1,2}, Середина В.П.²

Научный руководитель профессор В.П. Середина

¹ *Акционерное Общество «ТомскНИПинефть», г. Томск, Россия*

² *Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

Нефтегазодобывающая промышленность - одна из наиболее экологически опасных отраслей народного хозяйства. Она отличается большой земельемкостью, сильной загрязняющей способностью в ходе, которой происходит деградация почв и земель [1-5].

Выделяются следующие типы деградации почв и земель с учетом их природы и природно-хозяйственной значимости последствий:

- технологическая деградация (в т.ч. нарушенная);
- эрозия (в т.ч. водная и ветровая);
- засоление;
- заболачивание.

Нарушение земель представляет собой механическое разрушение почвенного покрова, происходящее при проведении строительных и геологоразведочных работ и др. Линейная эрозия представляет собой размыв почв и подстилающих пород, проявляющихся в виде формирования различного рода промоин и оврагов. Под заболачиванием почв понимается изменение их водного режима, проявляющееся в увеличении длительности периодов переувлажнения, подтопления и затопления почв [6-10].

При проведении производственного экологического мониторинга на территории нефтепромыслов, в зоне влияния нефтепроводов, нефтеперерабатывающих заводов, нефтехранилищ выполняется контроль за загрязнением почв. В ходе рекогносцировочных маршрутных исследований на основе визуального обследования верхних горизонтов почв могут выявляться и оконтуриваться загрязненные земли, устанавливаться и уточняться конфигурация и размеры нефтяных разливов. Поэтому определение морфологических показателей почв на фоновых и нефтезагрязненных территориях является актуальной производственной задачей.

Отбор проб почв производили по ГОСТ 28168-89 с учётом мощности горизонтов в описанных разрезах до глубины 100 см. Отбор проб из прикопок проводился на глубинах 0–10 и 10–20 см. Фоновыми почвами послужили не загрязненные аналоги аллювиальных почв различного гранулометрического состава и развитые на различных фитоценозах: на пониженном плоском дренируемом участке реки Обь под осоково-злаково-разнотравным лугом, в пойме реки Трайгородская под хвощево-папоротниковым пихтовым лесом, в пойме реки Вахурей под пойменным осоково-вейниковым кочкарником. Данные почвы не подвергались техногенному воздействию и расположены в 20 км от территории нефтяного месторождения.

Как следует из карты потенциальной способности почв Российской Федерации к самоочищению от нефти и нефтепродуктов (рис.), почвы пойменных экосистем (аллювиальные почвы) являются землями с пониженными потенциальными способностями к самоочищению от нефти и нефтепродуктов.

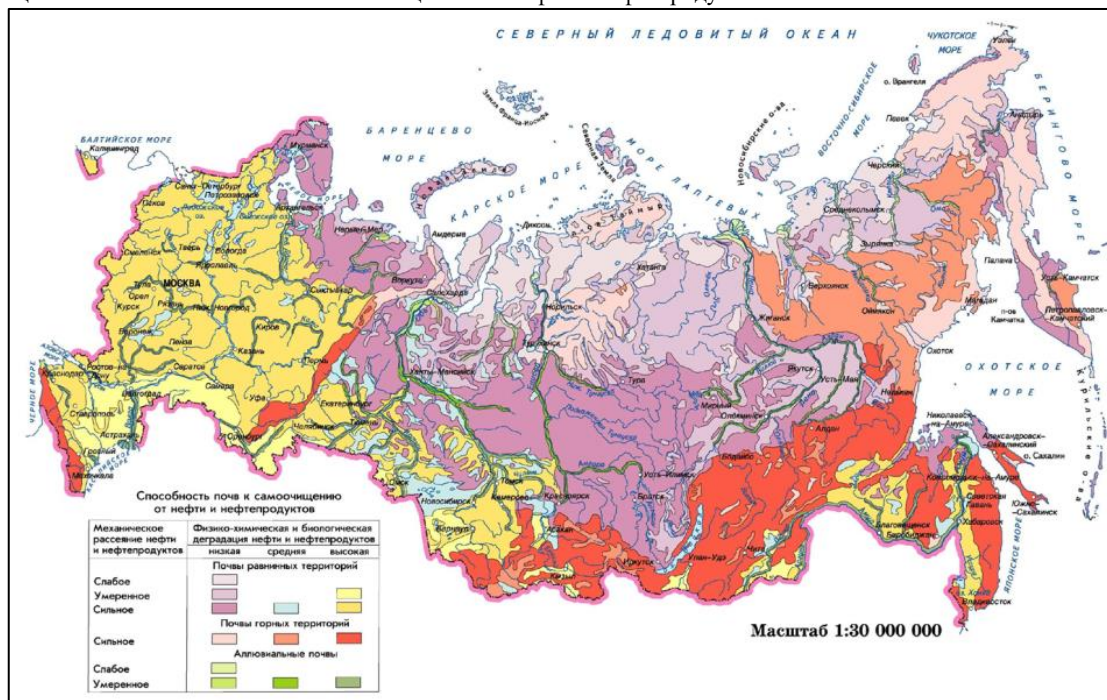


Рис. Карта способности почв к самоочищению от нефти и нефтепродуктов (Экологический атлас России, 2000 г.)

При этом более половины территории России (64%) обладает высокой и очень высокой способностью почв к самоочищению от углеводородов нефти, у трети (28 %) данные способности характеризуются как средние. Пониженная самоочищающая способность характерна для пятой части почв России, развитых, главным образом, в Европейской части, на севере Средней и Восточной Сибири и в Западной Сибири – крупнейшей артерии добычи углеводородного сырья [11-12].

Морфологическое строение профиля объективно отражает направленность почвообразовательного процесса и дает наглядное представление об их экологическом состоянии. Поэтому первоочередным индикатором нефтяного загрязнения почв является трансформация внешнего облика почв. Также стоит отметить, что согласно нормам инженерно-экологических изысканий, определение визуальных признаков загрязнений является неотъемлемым и необходимым этапом при полевом обследовании территории.

Аллювиальные светлогумусовые почвы широко распространены в центральной части поймы на повышенных элементах рельефа. Очень часто образуют большие массивы вокруг озер, стариц, проток, которые оказывают дренажное действие на окружающую территорию. Ведущим процессом в данном типе почв является дернование, его интенсификация способствует дифференциации почвенного профиля на генетические горизонты. Мощность гумусового горизонта колеблется в пределах 20 – 60 см.

Строение профиля техногенно-измененных почв аналогично фоновому. В соответствии с фоновой почвой, нефтезагрязненные почвы определяются как хемоземы нефтезагрязненные по аллювиальной серогумусовой типично-глееватой средне мелкой почве. На участке наблюдается деградация растительного покрова, угнетение растений. Растительный покров территории нарушен из-за механического повреждения и углеводородного загрязнения. Из диагностируемых видов можно отметить кустарник шиповника майского, а из многолетних трав: осот, сныть обыкновенная, одуванчик, хвощ, тысячелистник, подорожник средний, дудник и мышиный горошек.

В изучаемой почве наблюдается характерное поведение миграции нефтепродуктов при латеральном и радиальном распределении. Что подтверждается флуориметрическим определением суммарного содержания нефтепродуктов в почве. В эпицентре загрязнения происходит практически полное проникновение нефтепродуктов в нижележащие горизонты. Однако при движении к периферии ареала загрязнения наблюдается увеличение поллютантов и в нижних горизонтах, что объясняется просачиванием нефти в эпицентре загрязнения и его движением по каналам миграции в горизонтальном направлении.

Основную часть территории нефтяного месторождения N занимают аллювиальные почвы. Гидроморфные почвы центральной части поймы являются главным «пунктом сбора» всех поллютантов, так как находятся в аккумулятивной позиции ландшафта. Так нефтяные потоки могут мигрировать в горизонтальной плоскости с других, в первую очередь, элювиальных и трансэлювиальных позиций ландшафта.

Согласно методу рейтинговой оценки ФАО, индекс оценки фоновых аллювиальных почв, рассчитанный как среднегеометрическое из общего числа баллов (индексов), LUI=67 (Land Unit Index), позволяет отнести почвы к II классу пригодности почв (умеренно пригодные), земли пригодны под сенокосы. Нефтезагрязненные хемоземы имеют LUI=14, что позволяет отнести их к IV категории (подкласс а) земель – непригодные. Возможность дальнейшего использования почв требует проведения рекультивационных работ, имеются тяжелые ограничения на 2/3 территории. Для восстановления исходных свойств почвы необходимо провести комплекс рекультивационных работ.

Литература

1. Середина В. П. и др. Особенности влияния нефтяного загрязнения на почвы средней тайги Западной Сибири. – 2017. – с. 108-112.
2. Солнцева Н. П. Эволюционные тренды почв в зоне техногенеза // Почвоведение. – 2002. – Т. 3. – №. 1. – С. 9-20.
3. Геннадиев А. Н. и др. Углеводородное состояние почв фоновых таежных ландшафтов (юго-западная часть Устьянского плато) // Вестник Московского университета. Серия 5. География. – 2016. – №. 3.
4. Пиковский Ю. И. и др. Углеводородное состояние аллювиальных почв на территории Истринского морфоструктурного узла (Московская область) // Почвоведение. – 2017. – №. 12. – С. 1421-1434.
5. Пиковский Ю. И. и др. Параметры нативного углеводородного состояния почв различных биоклиматических зон // Почвоведение. – 2019. – №. 11. – С. 1307-1321.
6. Seredina V. P., Sadykov M. E. The soils of West Siberia middle taiga oil deposits and a predictive estimate of contamination hazard with organic pollutants // Contemporary Problems of Ecology. – 2011. – Т. 4. – №. 5. – С. 457-461.
7. Nosova M. V., Seredina V. P., Rybin A. S. Ecological State of Technogeneous Saline Soil of Oil-Contaminated Alluvial Ecosystems and Their Remediation Techniques // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2020. – Т. 921. – №. 1. – С. 012018.
8. Середина В. П., Носова М. В. ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВ УГЛЕВОДОРОДАМИ И ЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ) // СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЧВ СИБИРИ. – 2020. – С. 281-285.
9. Nosova M. V., Seredina V. P., Rybin A. S. The use of the basic parameters of water-physical properties of oil-contaminated soils in the technology of the biological remediation stage (Western Siberia) // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2020. – Т. 976. – №. 1. – С. 012023.
10. Носова М. В., Середина В. П. Практические аспекты обезвреживания нефтезагрязненных аллювиальных почв // Утилизация отходов производства и потребления: инновационные подходы и технологии. – 2019. – С. 129-133.
11. Середина В. П. Нефтезагрязненные почвы: свойства и рекультивация. – 2006. – с. 270.
12. Шишов Л. Л. Классификация и диагностика почв России. – 2004. – с. 342.

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗОН ГОРОДА САРАТОВА

Омаров Р.С.

Научный руководитель профессор А.С. Рулев

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Россия

Саратов расположен в европейской части России на юго-востоке. Город имеет статус административного центра Саратовской области и одноименного муниципального района, в состав которого не входит. На территории города насчитывается 6 административных районов: Волжский, Заводской, Кировский, Ленинский, Октябрьский, Фрунзенский. Город расположен на правом берегу Волгоградского водохранилища реки Волги. На противоположном берегу Волгоградского водохранилища располагается город-спутник Энгельс. Расстояние по автомобильным дорогам от Москвы – 858 км, от Волгограда – 389 км. Численность населения на 1 января 2020 г. – 838042 чел. [4].

Актуальность настоящего исследования определяется тем, что генеральные планы муниципальных образований (городских агломераций, городов, поселков городского типа и других населенных пунктов) используются для различного градостроительного освоения территорий. Содержание генерального плана в виде функциональных зон территории населенного пункта является удобным подразделением территориальных единиц для проведения аналитических операций. Одной из таких операций является морфометрический анализ территории исследования по основным геоморфологическим характеристикам – углам наклона и экспозициям склонов. Результат такого анализа может быть использован при разработке нормативных документов территориального планирования городов и строительства на землях с различиями в углах наклона склонов, а также, к примеру, для рационализации мероприятий по озеленению урбанизированных территорий и создания рекреационных парковых зон для отдыха населения.

Целью нашего исследования является осуществление морфометрического (геоморфологического) анализа территории города Саратова в рамках границ функционального зонирования.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Составить векторную схему Генерального плана «Город Саратов»;

2. Выполнить морфометрический анализ функционального зонирования Саратова по данным цифровой модели рельефа.

В качестве объекта исследования выступает Генеральный план муниципального образования «Город Саратов». Документ представлен в виде картографической основы, на которой отражено распределение различных объектов территориального планирования в пространственном аспекте. Утвержден Решением Саратовской городской Думы от 28.02.2008 №25-240 «Об утверждении Генерального плана муниципального образования «Город Саратов» (с изменениями на 11 октября 2012 года)» [3]. Город Саратов, согласно Генеральному плану, подразделяется на такие категории функциональных зон, как:

1. Жилые зоны: застройка многоэтажными жилыми домами; застройка среднеэтажными жилыми домами; застройка индивидуальными домами; перевод застройки сезонного проживания (СНТ и дачные поселки) в индивидуальную.

2. Общественно-деловые зоны: административно-деловая, культурно-зрелищная, торговая; высшего и среднего специального образования; здравоохранения и социальной защиты; культовых сооружений; научно-исследовательских институтов.

3. Рекреационные зоны (озелененных территорий рекреационного назначения): озелененных территорий общего пользования (паки, сады, скверы); лесопарков; лесов; рекреационного ландшафтного назначения; учреждений длительного отдыха; физкультурно-спортивных сооружений; памятников природы; пляжи.

4. Зона озелененных территорий специального назначения: зеленые насаждения специального назначения; ботанического сада; граница охранной зоны; объектов водного фонда.

5. Производственного и коммунального назначения: промышленного и коммунально-складского.

6. Инженерной и транспортной инфраструктур: инженерной инфраструктуры, горные отводы, границы месторождений; транспортной инфраструктуры; полоса отвода железной дороги.

7. Специального и режимного назначения: кладбища, полигоны ТКО, объекты режимного назначения.

8. Сельскохозяйственного использования (коллективных садов и дач): сельхозугодья; сельхозпредприятия (МТФ, СТФ, птицефабрика); застройка сезонного проживания (СНТ и дачные поселки).

Генеральный план Саратова был оцифрован ручной векторизацией в геоинформационной системе (ГИС) QGIS, а также ArcGIS в системе координат WGS-84 в проекции UTM Zone 38N. Для привязки плана к границам города по опорным точкам был использован инструмент «Пространственная привязка» (ArcGIS).

Морфометрический анализ был проведен с помощью следующих исходных данных: цифровая модель рельефа SRTM 3 Arc Second, а также территориальные границы города Саратова из открытых данных Open Street Map.

При выполнении анализа мы воспользовались таким алгоритмом, как:

1. Осуществлена смена проекции исходной ЦМР, затем, с помощью инструментов «Экспозиция» и «Крутизна» получены растры экспозиции и углов наклона соответственно;

2. Растры экспозиции и углов наклона генерализованы инструментом «Simple Filter»;

3. Созданы полигоны на основе растровых слоев крутизны и экспозиции склонов с заполнением таблицы атрибутов, в которой были присвоены ID румба экспозиции (8 румбов) и ID диапазона угла наклона;

5. Затем векторизованные слои экспозиции и уклонов были пересечены со слоем функционального зонирования, рассчитаны площади каждого фрагмента;

6. На пересеченные слои уклонов и экспозиций были спроектированы центроиды полигонов, наследующие таблицу атрибутов слоя, на который строятся центроиды;

7. Как завершающий этап анализа было подсчитано количество точек в полигоне по слоям центроидов и границ функционального деления города. В качестве поля взвешивания был взят атрибут площади.

Алгоритм также был применен при морфометрическом анализе Генерального плана города Волгограда для выявления влияния базовых геоморфологических характеристик на «городской остров тепла» [1].

В результате применения алгоритма были получены данные о распределении функциональных зон по экспозициям и углам наклона склонов (доля площади крутизны склонов и экспозиций в той или иной функциональной зоне). В данном случае установлены преобладающие экспозиции и углы наклона склонов, которые приведены в таблице.

Таблица

Распределение преобладающих уклонов и экспозиций склонов по функциональным зонам

Тип функциональной зоны	Преобладающий уклон	Преобладающая экспозиция
Жилые зоны	1-3° (68,99%)	Юго-восточная (27,14%)
Зона инженерной и транспортной инфраструктур	1-3° (56,47%)	Юго-восточная (29,36%)
Зона коллективных садов и дач	1-3° (84,68%)	Юго-восточная (27,77%)
Зона объектов специального и режимного назначения	1-3° (81,58%)	Юго-восточная (30,15%)
Зона озелененных территорий рекреационного назначения	1-3° (56,47%)	Юго-восточная (26,51%)
Зона озелененных территорий специального назначения	1-3° (85,90%)	Южная (41,66%)
Общественно-деловые зоны	1-3° (76,96%)	Юго-восточная (32,77%)
Производственная и коммунальная зона	1-3° (89,30%)	Юго-восточная (28,17%)

Согласно таблице распределения преобладающих уклонов и экспозиций склонов по функциональным зонам удалось выяснить, что:

– Территория города Саратова по преобладающей части располагается на склонах теплых экспозиций: южной и юго-восточной (в среднем, 30% территории). Для сельскохозяйственных угодий, которые расположены на территории исследования, наличие земель на теплых экспозициях способствует большему поступлению солнечной радиации, что положительно сказывается на выращивании сельскохозяйственных культур. Относительно функциональных зон жилой застройки, такие экспозиции могут, в целом, способствовать усилению теплового эффекта (увеличению температуры воздуха). Это, в свою очередь, находит положительное влияние в зимний период.

– Преимущественным диапазоном уклона местности города Саратова является 1-3° (в среднем, 74% территории). Склоны овражно-балочной сети имеют крутизну более 10°. Учитывая геоморфологические особенности города Саратова, в частности расположение города на двух денудационных равнинах разного возраста, а также различных гипсометрических уровней, разделенных денудационным уступом [2], возможно вносить предложения по освоению земель на уклонах различных градаций (1-3°, 3-5°, 5-10°, 10-15°).

Таким образом, с помощью векторизованного Генерального плана города Саратова был проведен морфометрический анализ по основным геоморфологическим характеристикам – уклонам и экспозициям склонов. Город, в основном, расположен на землях с теплыми экспозициями и уклонами до 3°. Результаты проведенного анализа могут быть использованы при разработке нормативов и документов планирования территории города и строительства на землях с различной крутизной склонов. Данные экспозиционного анализа могут быть применены для мероприятий по рационализации проектирования и создания зеленых участков города (парки, скверы) для отдыха населения, или для усовершенствования уже существующих.

Литература

1. Омаров Р. С., Шинкаренко С. С., Кошелева О. Ю. Геоморфологические особенности территории Волгограда как базовые характеристики, влияющие на "городской остров тепла" //Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2020. – №. 1 (57).
2. Токарский О. Г., Токарский А. О. Инженерно-геологические условия г. Саратова. – 2009. – 103 с.
3. Решение об утверждении Генерального плана города Саратова (на 28.02.2008 № 25-240). Официальный сайт Саратовской городской Думы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.saratovduma.ru/documenty/Generalny%20plan.doc>.
4. Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям на 1 января 2020 года. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13282>.

АНАЛИЗ ДОКУМЕНТОВ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ МО «ЗОРКАЛЬЦЕВСКОЕ СЕЛЬСКОЕ ПОСЕЛЕНИЕ»

Пальцева Д.Е.

Научный руководитель доцент М.В. Козина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящем времени в сельских поселениях очень часто затрагивается вопрос о комплексном развитии территории. Внимание к данной проблеме возникает по многим причинам, прежде всего, это связано не только с понижением численности населения, проживающего на территории сельских местностей, а также и с уменьшением показателей уровня и качества жизни на селе. Основное направление развития проходит в границах сельских поселений. Поэтому для застройки и развития территорий требуется разработка специальных планов, в результате которой и формируется комплексная система обустройства различных городских и сельских поселений. Кроме того, важно отметить, что градостроительная документация не может игнорировать вопросы, касающиеся, в частности, эксплуатации строительных объектов, их технического и экономического обслуживания. Для ее развития необходима нормативная база для зонирования, архитектурного проектирования, улучшения инфраструктуры и ремонтных работ. Следовательно, необходима четко сформулированная цель и задачи, в соответствии с которыми происходит устойчивое развитие территории.



Рис. 1 Состав населенных пунктов МО «Зоркальцевское сельское поселение»

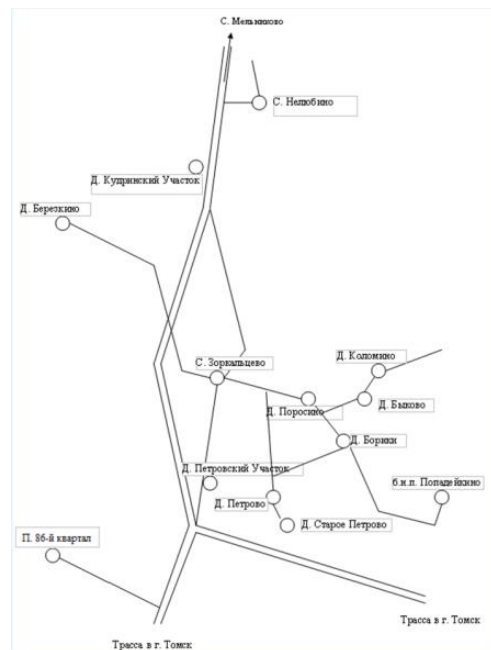


Рис. 2 Схема расположения населенных пунктов Зоркальцевского сельского поселения

В Российской Федерации для сельских поселений одним из ключевых аспектов является планирование развития территории, установление функциональных зон и планирование размещения объектов местного значения [2]. Данное понятие, которое фигурирует в статье № 1 Градостроительного кодекса Российской Федерации, можно охарактеризовать как территориальное планирование [2]. Один из главных документов территориального планирования для городских округов и сельских поселений является генеральный план, который является традиционным инструментом градостроительного регулирования. На основании данной документации осуществляется планировка, застройка, реконструкция и многие другие виды освоения территории. Разрабатывая проект генерального плана, ведется обязательный учет федеральных, региональных и местных интересов на территории поселения, в соответствии с утвержденными стратегиями и программами социально-экономического развития, не обходя стороной отраслевые программные документы различных уровней, а также документы территориального планирования. Определяя в генеральном плане конкретный срок его реализации и действия, то есть временные границы выделяется срок первой очереди реализации, который составляет от 3 до 10 лет, а перспективный срок реализации генерального плана до 30 или 40 лет в частности. Для улучшения качества городской среды, а также устойчивости градостроительного развития генеральным планом предусмотрено: обеспечение экологической безопасности среды обитания и повышение устойчивости природного комплекса поселения; сохранение историко-культурного наследия, ландшафтного и архитектурно-пространственного своеобразия поселения; повышение эффективности использования поселковых территорий; обеспечение пространственной целостности, функциональной достаточности, эстетической выразительности, гармоничности и многообразия среды обитания.

Муниципальное образование «Зоркальцевское сельское поселение» Томского района Томской области образовано в 2004 году. Среди 19 поселений Томского района оно является четвертым по площади. Рассматривая состав муниципального образования Зоркальцевского, можно отметить, что в данное сельское поселение входит 13

населенных пунктов. Административный центр поселения - село Зоркальцево, где сосредоточен основной административный и социально-экономический потенциал поселения. Выделяется также деревня Нелюбино – самый крупный по людности населенный пункт поселения, центр сельскохозяйственного производства территории. Площадь территории поселения составляет 1025 кв. км [1].

В 2012 году администрацией Зоркальцевского сельского поселения было разработано техническое задание на подготовку проекта генерального плана и правил землепользования и застройки. В результате конкурсных процедур разработчиком градостроительной документации на территории зоркальцевского сельского поселения стал ОАО «РосНИПИ Урбанистики» города Санкт-Петербург. Таким образом, генеральный план муниципального образования «Зоркальцевское сельское поселение» Томского района Томской области был утвержден в 2014 году с расчетным сроком до 2035 года. Генеральный план включал в себя весь перечень графического материала, определенного в градостроительном кодексе. Проведенный анализ внесенных изменений в Генеральный план поселения за период с 2012 по 2020 год показал, что основные изменения были внесены:

- в части выделения единой функциональной зоны – зона сельскохозяйственных угодий (СХ-3).
- изменено функциональное зонирование добавленной территории площадью 12 га с установкой функциональных зон: зона садовых и дачных участков;
- изменение функционального зонирования территории ТСН «Раздолье» расположенного с юго-западной стороны села Зоркальцево. В границах ТСН «Раздолье» в окрестностях села Зоркальцево общей площадью 26,93 га устанавливаются функциональные зоны: зона ведения садового и дачного хозяйства;
- зона озеленения общего пользования.
- изменение территориальной зоны СХ1-зоны ведения садоводства и дачного хозяйства на П4 – производственно-деловую зону в окрестностях деревни Петрово.

Можно предположить, что в генеральный план потребуется еще ряд внесения изменений в части изменения или установления новых функциональных зон. С учетом возможного перспективного развития поселения за расчетным периодом проектирования, в генеральный план могут быть намечены зоны перспективного градостроительного освоения. Поскольку, сравнивая имеющийся топографический план масштаба 1:10000 с имеющимися космоснимками и чертежами генерального плана, можно сказать, что существующий генеральный план требует актуализации по ряду территорий, в отношении которой не было проведено функциональное зонирование.

Литература

1. Генеральный план МО «Зоркальцевское сельское поселение» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.zorkpos.tomsk.ru/content/General_Plan_settlement
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 30.12.2020) (с изм. и доп., вступ. в силу с 10.01.2021). – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»

ОСОБЕННОСТИ КООРДИНИРОВАНИЯ ОПОР ЛЭП С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕРИАЛОВ ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ПОМОЩИ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Ракова С.А., Раков Д.Н.

Научный руководитель профессор Е.И. Аврунев

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Россия

В наше время беспилотные технологии развиваются стремительно быстро. Увеличиваются автономность, производительность, повышается доля участия искусственного интеллекта в управлении и обеспечении безопасности полета [2]. Такое стремительное развитие позволяет внедрять беспилотные технологии в различные отрасли науки. Ярким примером применения результатов аэрофотосъемки является координирование объектов недвижимости. Далее рассмотрим процесс координирования на примере опор ЛЭП.

Существует огромное множество программных продуктов для фотограмметрической обработки результатов аэрофотосъемки (UASMaster, Pix4D, Photomod, Agisoft Metashape). В нашем случае обработка проводилась в программном продукте Agisoft Metashape Professional. Данный программный продукт позволяет произвести не только полный цикл построения ортофотоплана и сделать его географическую привязку, но и дешифрирование простых объектов.

Работа в данном программном продукте начинается с загрузки снимков, координат центров фотографирования и координат опознаков. Далее производится взаимное ориентирование снимков для получения разреженного облака точек. В нашем проекте получилось порядка 51 000 точек.

После этапа взаимного ориентирования выполняется построение плотного облака точек, которое плотностью и детализацией сопоставимо с облаком точек получаемого с помощью лазерного сканирования. На рисунке 1 изображен фрагмент плотного облака точек. В данном проекте плотное облако состоит из 76 000 000 точек.



Рис.1. Фрагмент плотного облака точек



Рис.2. Фрагмент ортофотоплана

Следующим этапом обработки является построение карты высот. Данный этап необходим для процесса превращения снимков из центральной проекции в ортогональную. Ортотрансформирование устраняет искажение создаваемые рельефом местности и отклонением оптической оси фотоаппарата от надирного луча [1]. Фрагмент ортофотоплана приведен на рисунке 2.

Изначально дешифрирование удобно производить в Agisoft Metashape по ряду причин:

- реализована тайловая система отображения растров, что увеличивает скорость загрузки изображения при обзоре ортофотоплана;
- реализована пирамида изображений, увеличивает скорость загрузки изображения при обзоре ортофотоплана, а также быстрой смене масштаба изображения;
- возможность выбора участка изображения с различных ортотрансформированных снимков. Metashape создает на каждый участок местности некоторое количество ортотрансформированных снимков, что позволяет выбрать определенный участок местности и перебрать снимки, выбрать тот на котором объект не перекрывается другим объектом.

Для дешифрирования в Metashape предусмотрен простой набор примитивов:

- полилиния;
- полигон;
- точка.

Таким образом отдешифрировав все опоры с использованием инструментария Metashape получается схема расположения опор ЛЭП (Рисунок 3).



Рис.3. Схема расположения сооружения опор ЛЭП, созданная в Metashape

Для дальнейшего редактирования и приведение схемы расположения опор ЛЭП в нужный вид в других векторных редакторах и ГИС программах, в Metashape предусмотрен экспорт векторных слоев и ортофотоплана в различные форматы.

Литература

1. Лобанов А.Н. Фотограмметрия . – М.: Недра, 1984. – 552 с.

2. Никитин В. Н., Раков Д. Н. Разработка концепции автоматической системы управления беспилотным аэрофотосъемочным комплексом // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. – 2012. – Т. 1. – №. 4.

ИНФОРМАЦИОННОЕ МЕЖВЕДОМСТВЕННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЗЕМЕЛЬ ЛЕСНОГО ФОНДА

Сарайкина Е.А.

Научный руководитель доцент Н.В. Кончакова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Значительная часть территории России занята землями лесного фонда. Использование земель лесного фонда возможно только в соответствии с видами прав, представленных на рисунке 1.

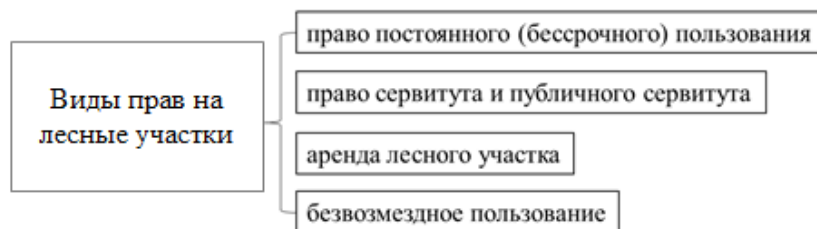


Рис. 1 Виды прав предоставления лесных участков [1]

Для предоставления лесных участков на данных видах прав необходимо осуществить их государственный кадастровый учет (ГКУ).

Исходными данными для осуществления процедуры ГКУ лесных участков являются сведения, содержащиеся в Государственном лесном реестре (ГЛР) и Едином государственном реестре недвижимости (ЕГРН). Однако сведения о большей части территорий лесного фонда Российской Федерации отсутствуют в ЕГРН. На данный момент ведение ЕГРН возложено на органы Росреестра, а ведением ГЛР занимаются уполномоченные органы, осуществляющие ведение государственного лесного реестра.

Взаимосвязь между функциями уполномоченных на ведение таких реестров органов представлена на рисунке 2.



Рис. 2 Функциональная связь органов, уполномоченных на ведение ЕГРН и ГЛР [2]

В соответствии с Лесным кодексом РФ ГЛР представляет собой систематизированный свод документированной информации о лесах и их использовании.

Проведенный анализ показал, что сведения в ЕГРН о лесных участках отражены частично, о чем свидетельствуют результаты анализа, представленного на рис. 3. Это значительно затрудняет процесс постановки на учет таких участков.

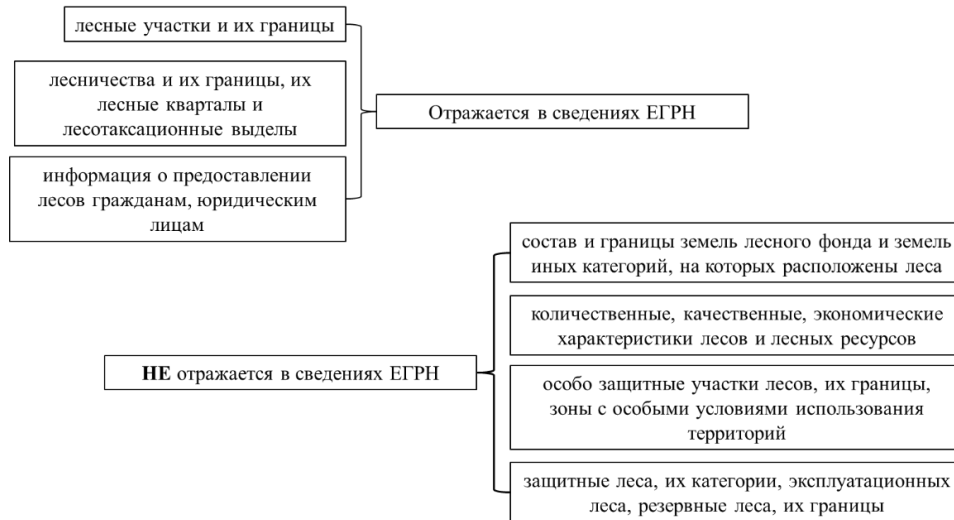


Рис. 3 Взаимосвязь сведений содержащихся в ГЛР и ЕГРН [3]

Сведения ГЛР И ЕГРН не систематизированы между собой и часто содержат противоречивую информацию. До введения в действие федерального закона «О кадастровой деятельности», в реестр недвижимости и реестр прав на недвижимое имущество вносились такие сведения об участках земель лесного фонда, как площадь, кадастровый номер и условный номер лесного участка, присвоенный государственным лесным реестром на основании материалов лесоустройства. Таким участкам был присвоен статус ранее учтенных, что препятствует их использованию в полной мере.

Невозможно осуществить кадастровый учет лесных участков без их предварительного проектирования. Соответственно без постановки лесных участков на ГКУ невозможно реализовать процедуру их предоставления, получения разрешения на выполнение различных работ, а также на подготовку и организацию торгов на заключение договоров аренды на такие участки.

В ходе исследований было выявлено, что:

- 1). Сведения о лесных участках в государственном лесном реестре базируются на материалах лесоустройства, которые не привязаны к системе координат, предназначенной для ведения ЕГРН.
 - 2). Лесные участки формировались с учетом границ лесных кварталов и лесотаксационных выделов, а также с учетом вида разрешенного использования. Таким образом, в государственном лесном реестре содержатся сведения о лесных участках площадью в сотни тысяч гектар, получивших статус «ранее учтенных».
 - 3) Сформированные в ГЛР лесные участки содержали информацию о лесных кварталах, в границах которых находится лесной участок и их площади; о посторонних объектах землепользования и объектах, которые исключены из состава лесного фонда. Такие сведения для ЕГРН не имели никакого значения, так как в ЕГРН вносились только сведения, установленные законодательством.
- На основании этого, можно сделать вывод, что межведомственное информационное взаимодействие отсутствует между органами, осуществляющих ведение ГЛР и ЕГРН. В свою очередь, отсутствие такого взаимодействия при проведении процедуры предоставления и использования лесных участков приводит к ряду проблем, например:
- ГЛР и ЕГРН ведется в различных системах координат, что приводит к пересечениям арендуемых лесных участков с другими лесными участками;
 - ранее учтенные лесные участки пересекают границы муниципальных образований, что препятствует внесению границ таких участков в Единый государственный реестр недвижимости;
 - границы лесных участков пересекают границы земельных участков иных категорий земель (сельскохозяйственные угодья, земли населенных пунктов и т.д.), что препятствует постановке на государственный кадастровый учет лесных участков.

Литература

1. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 N 200-ФЗ (ред. от 31.07.2020) . – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»
2. О Федеральной службе государственной регистрации, кадастра и картографии (вместе с "Положением о Федеральной службе государственной регистрации, кадастра и картографии") [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 01.06.2009 N 457 (ред. от 28.12.2020)". – Доступ из справ. -правовой системы «Гарант».
3. Об утверждении Порядка ведения государственного лесного реестра [Электронный ресурс]: Приказ Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 27.07.2020 N 491. – Доступ из справ. -правовой системы «Гарант»
4. Об утверждении классификатора видов разрешенного использования земельных участков (с изменениями, внесенными Приказом Минэкономразвития России от 30.9.2015 г. №709) [Электронный ресурс]: приказ Министерства экономического развития РФ от 01.09.2014 № 540 (ред. от 04.02.2019). – Доступ из справ. -правовой системы «Гарант».

**ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ
РАДИОНУКЛИДАМИ НА ПРИМЕРЕ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

Селиванкин Н.В.

Научный руководитель профессор И.А. Басова
Тулский государственный университет, г.Тула, Россия

Функционирование атомной отрасли сопровождается рисками неконтролируемых и крупномасштабных аварий. Радиоактивные осадки в результате ядерных аварий могут серьезно изменить политику землепользования на пострадавших землях. Сельскохозяйственные ландшафты могут считаться критическими землями с точки зрения радиоактивного загрязнения, поскольку трансформация почв в силу своей стационарности превращается из инструмента производства в источник экологической опасности для здоровья человека.

Опасность радиоактивного загрязнения почвенно-растительного покрова оценивается с двух точек зрения:

- антропоцентрического (санитарно-гигиенического) принципа, когда учитывается степень радиоактивного загрязнения сельскохозяйственных культур и соответствие содержания в них радионуклидов радиологическим нормам (предельно допустимые концентрации радионуклидов);

- и эоцентрического (биосферного, экологического) подхода, когда учитываются последствия облучения почвенной биоты и живых земных организмов радионуклидами, присутствующими в почвах (соответствие радиационным нормам и допустимым дозам облучения).

«Радиоактивная авария на Чернобыльской АЭС в 1986 году все же была серьезной аварией в сельском хозяйстве пострадавших земель, которая распространилась на более чем 2,7 миллиона гектаров в России. Один из наиболее загрязненных участков пахотных черноземов образовался в Тульской области и получил название «Плавский радиоактивный очаг» [1].

В результате аварии на Чернобыльской АЭС произошло радиоактивное загрязнение области на 11,8 тыс. кв. км, что составило 46,8% территории области. Плотность в среднем составила от 1 до 15 Ки/кв.км. Загрязнению земель химическими веществами и радионуклидами подвержено 803,2 тыс. га Тульской области, 27% земель лесных участков в составе земель лесного фонда. Общая площадь загрязнения леса радионуклидами цезия-137 составила 78, 5 тыс.га.

Установлено, что вследствие способности радионуклидов к специфической и необратимой сорбции в межкранных пространствах и клиновидных краевых расширениях кристаллической решетки некоторых минералов глины и слюды подвижность ^{137}Cs в загрязненных минеральных почвах существенно ограничивается, как переносом воды, так и биологической доступностью. Особенно это касается черноземных почв Русской равнины, обогащенных глинистыми минералами групп иллита и монтмориллонита, нейтральных, богатых обменным K и органическим веществом, свойствами которых обусловлена низкая интенсивность потоков ^{137}Cs в «почва-растение».

Исходные уровни цезия-137 в почвах территории Плавского очага превышали норму радиационной безопасности в 5-15 раз и достигли 555 кБк / м². Однако, в связи с высоким плодородием черноземов «Плавского радиоактивного очага» было принято решение продолжить использование сельскохозяйственных угодий с жестким контролем содержания Cs-137 в овощеводстве. Поэтому получение экологически приемлемых и безопасных урожаев сельскохозяйственных культур было главной сельскохозяйственной проблемой района.

Способность растений аккумулировать радионуклид квалифицируется величиной агрегатированного коэффициента перехода – TF (transfer factor), являющийся отношением удельной активности радионуклида в растении к плотности загрязнения почвы [3].

Одной из основных сельскохозяйственных культур на пахотных землях Тульской области является картофель. «Основная масса Cs-137 накапливается в побегах картофеля (TF 0,05), а включение радионуклидов в подземные части (клубни и корни) в 4 раза меньше (TF 0,01). При этом мякоть клубней характеризуется более высокими значениями TF (0,008) по сравнению с картофельной кожурой (0,004). Следовательно, накопление Cs-137 происходит в тканях, но не на поверхности клубней» [1]. Общее количество Cs-137 в биомассе картофеля, по-видимому, в большей степени зависит от процесса поглощения радионуклидов корнями и лишь незначительно из-за диффузии из загрязненной почвы в подземные части. Вероятно, различие в уровнях содержания радионуклидов в мякоти клубней и кожуры картофеля могло быть обусловлено разным количеством воды в клетках. Установлено, что накопление Cs-137 в соке клубней картофеля (TF 0,006) и крахмальных зернах (0,005) больше, чем в жмыхе (0,002), что показывает остаточную загрязненность пахотных черноземов спустя 30 лет.

Однако перенос Cs-137 из почвы в клубни картофеля и другие компоненты сельскохозяйственных культур строго ограничен. Поглощение Cs-137 картофелем корнями не является интенсивным, а текущие уровни накопления радионуклидов в клубнях полностью соответствуют санитарно-гигиеническим требованиям человека. Следовательно, доза облучения, получаемая людьми при употреблении картофеля, достаточно мала.

Естественная радиоактивность может присутствовать в удобрениях выше обычных уровней, в частности, при нестабильном изотопе калия (^{40}K) и радионуклидах серии ^{238}U . Исследования показывают, что расчетные значения индивидуальных эффективных доз не превышают нескольких мкЗв в год [4]. Категория, которая больше всего влияет на величину дозы – это сложные удобрения и радон, а ^{40}K являются наиболее значимыми радионуклидами.

Радиоактивные материалы естественного происхождения (НОРМ) состоят из материалов, которые обычно не считаются радиоактивными, но содержат естественные радионуклиды с концентрацией активности выше, чем в среднем в земной коре. НОРМ могут представлять собой сырье, продукты или отходы от нескольких видов деятельности, где радиологический риск является случайным и в любом случае ниже, чем химический.

Использование сельскохозяйственных угодий в районе постчернобыльской радиоактивной точки (г.Плавск) поставило проблему радиоэкологической безопасности получаемых растительных продуктов питания. Проверка активности и запасов Cs в компонентах систем «почва-растение» территории проводилась в 2017–2019 гг. в 10 агросистемах и 2-х полунатуральных лугах. Выявлено, что плотность загрязнения ^{137}Cs пахотных черноземов и аллювиальных карбонатных почв в настоящее время колеблется в пределах 140–220 кБк / м² и превышает норму радиационной безопасности в ~ 3,5–6 раз и имеет долгосрочный характер [5].

Пространственное распределение Cs на загрязненных землях сильно варьируется из-за первичной неоднородности выпадений в результате аварии и вторичного перераспределения радионуклида через эрозию возделываемых земель, что приводит к увеличению запасов ^{137}Cs на лугах, почвах нижних частей склона по сравнению с содержанием ^{137}Cs в пахотных черноземах повышенного рельефа, примерно на 40%.

Несмотря на сохраняющееся сильное радиоактивное загрязнение посевных и пастбищных угодий Плавского радиоактивного очага, сильная необратимая фиксация ^{137}Cs глинистыми минералами черноземов вместе с дискриминацией процесса поглощения ^{137}Cs корнями растений определяют относительно низкую биодоступность радионуклида в системе «почва-растение» [2]. Расчетные значения TF между почвой и растениями для пищевых продуктов основных культур, возделываемых на территории, составляют преимущественно 10^{-2} - 10^{-3} и, как правило, они не превышают или меньше рекомендованных МАГАТЭ предварительных значений TF для сельскохозяйственных культур.

Таким образом:

1) оценка земель, подвергшихся радиоактивному загрязнению, должна основываться на расчете того периода времени, в течение которого эксплуатация территории человеком может считаться безопасной (уровень загрязнения не должен превышать верхнего предела нормативов, установленных действующим законодательством в сфере агрокультурной деятельности);

2) в расчет этого периода необходимо включать дозу облучения от внешних и внутренних источников излучения, показатели радиоактивного распада, а также геохимическую миграцию радионуклидов в почвах. Это снижает эксплуатационную характеристику объектов, что отражается в снижении прямой потребительной стоимости; с другой стороны, страхование этого объекта становится более дорогостоящим. Учитывая этот факт, стоимость территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению, может оказаться выше, а хозяйственное ведение на этой территории – дороже;

3) глубокая вспашка может считаться одной из наиболее эффективных мер по снижению аварийного переноса ^{137}Cs из почвы в растения после радиоактивного загрязнения сельскохозяйственных земель;

4) для защиты от радиоактивного загрязнения необходима разработка реабилитационных контрмер от выбора устойчивых сельскохозяйственных культур к загрязнению до исключения земель из оборота.

Литература

1. Гордиенко С.Г. Радионуклиды в почвах Тульской области / С. Г. Гордиенко // Экологические науки, 2017. – 23 с.
2. Тульские земли остаются радиоактивными спустя 30 лет после чернобыльской катастрофы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bloha.info/view/articles/1043531>
3. Пристер Б. С., Виноградская В. Д. Кинетическая модель поведения ^{137}Cs в системе " почва-растение", учитывающая агрохимические свойства почвы // Проблемы безопасности атомных электростанций и Чернобыля. – 2011. – №16. – С. 151.
4. Рябов Н. В. Радиоактивность калийных удобрений. Допустимые уровни излучения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yaaspirant.ru/spisok-literatury/kak-v-spiske-literatury-oformlyat-internet-istochniki>.
5. Шукин М. В. и др. Распределение и миграция радионуклидов в почвах Тульской области //Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2014. – №. 8. – С. 75-80.
6. Шукин М. В. и др. Мелиссопалинологический анализ в оценке радионуклидного загрязнения Тульской области с использованием мёда //Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2017. – №. 2. – С. 83-88.

ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДСКОГО ОКРУГА ГОРОД ТЮМЕНЬ

Сироткина К.А.

Научный руководитель доцент Н.В. Черезова
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия

В последние десятилетия для России, как и для других стран мира, характерны для тенденции возрастания масштабов деградации земель. Для решения проблемы используется мелиорация как одна из наиболее эффективных средств, направленных на минимизацию негативных процессов. Данная тема является актуальной, так как одним из главных условий существования людей на земле является сохранение почв и их плодородия, улучшение их режимов использования и вовлечения в хозяйственный оборот.

Задача мелиорации – повышение устойчивости территории, продуктивности и плодородия земли, а также создание необходимых условий для вовлечения в сельскохозяйственный оборот неиспользуемых и малопродуктивных территорий [1].

В ведении Министерстве сельского хозяйства России находится 18,4 тысячи гидротехнических сооружений, в том числе сооружения: 232 водохранилищ, более 2 тысяч регулирующих гидроузлов, 42,3 тысячи км водоподводящих и сбросных каналов, 3,4 тысячи км защитных дамб и других объектов.

В настоящее время значительная часть мелиорируемых земель (свыше 3,5 млн. гектаров) находится в неудовлетворительном состоянии. Свыше половины оросительных систем (2,4 млн. гектаров) нуждается в проведении работ по реконструкции и техническому перевооружению в целях повышения безопасной эксплуатации и других мероприятий.

Территория юга Тюменской области исключительно равнинная, слабо расчлененная и малодренлируемая. Сюда следует добавить достаточно тесную гидравлическую связь водоносных горизонтов, контрастные климатические условия, высокий процент озер, болот и заболоченных минеральных земель. Поэтому проведение мелиоративных мероприятий здесь было жизненно необходимо.

Среди множества экологических проблем г. Тюмени, подтопление и заболачивание городских земель, с учетом его масштабов и интенсивности развития, имеют приоритетное значение, так как создают не только дискомфорт в условиях проживания, но и угрожают здоровью людей и самой их жизни. Последствия подъема уровня воды настолько серьезны, что можно говорить о возникновении в городе чрезвычайной ситуации, для разрешения которой требуются неотложные специальные инженерные защитные мероприятия [3].

Как известно, в Тюменской области с 2011 года многодетным семьям, имеющим трёх и более детей, стали выделяться земли под жилищное строительство. Однако в процессе реализации данного закона выяснилось, что многие части земель городского округа непригодны для жилищного строительства. Часть находится на территории болот, другая часть в пойме, где нередко случаются подтопления. В результате большая часть таких земель никак не использовалась получившими её семьями, никакой застройки на них не велось. Причина кроется в нарушении дренажной и мелиоративной системы, вследствие чего, например, на территории Тарманского болота происходит вторичное заболачивание (Рис. 1). Также, возможно еще несколько причин возникновения негативного процесса на данной территории. Это может быть:

- разрушение и зарастание каналов осушительной сети;
- перекрытие каналов осушительной сети земляными дамбами и насыпями (Рис. 2);
- строительство транспортных коммуникаций, возможно, с нарушением СНиПов (Рис. 3) [2].

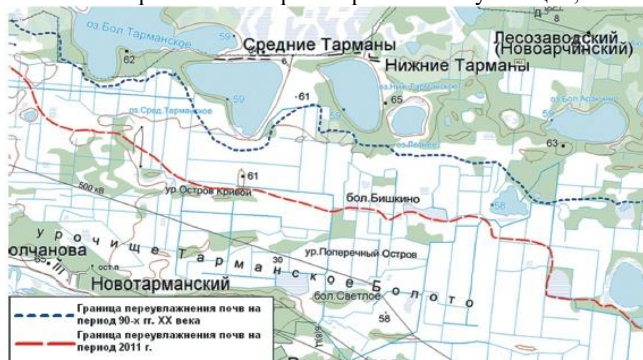


Рис. 1 Фрагмент карты вторичного заболачивания мелиоративной системы Тарманской геосистемы М 1:200 000



Рис. 2 Перекрытие каналов осушительной сети земляными дамбами по материалам АФС

К подтопляемым относятся территории, на которых отсутствует организованная система отвода дождевых и талых вод (ливневая канализация закрытого типа и водоотводные канавы), либо имеющиеся водоотводные канавы не имеют точки слива и являются тупиковыми [4].

В Тюмени определено 135 подтопляемых территорий, из которых 55 находятся в Центральном административном округе, 46 – в Калининском, 25 – в Ленинском и 9 – в Восточном. Это: микрорайон Тура, так называемая Старая Зарека, заречные микрорайоны, ж.р. Ватутино, ж.р. Березняковский, ж.р. Казарово, ж.р. Тарманы, ж.р. Мыс, ж.р. ДОК, микрорайон Плеханово, территории по Московскому и Червишевскому трактам, район Войновки и другие.



Рис. 3 Строительство транспортных коммуникаций по материалам космической съемки QuickBird

Исторически сложилось, что застройка Тюмени начиналась в основном на высоком берегу реки Туры, и естественной системой дренирования ливневых и талых вод служили многочисленные овраги и реки. Весенний

подъем воды у Туры обычно всегда достаточно большой, но в отдельно взятые годы жители Тюмени терпят из-за этого поистине серьезное бедствие. Самые впечатляющие разливы реки на памяти Тюменцев происходили в 1959-м, 1979-м и 1999-м годах. Наводнение 1979 года оказалось настолько мощным, что под водой стояла вся Зарека (Рис. 4), дома были затоплены по самые крыши, а на предприятиях, что оказались в зоне затопления, останавливалось производство. Уровень воды в черте города достигал порядка 9,5 метров. Достаточно масштабным паводком может похвастать и 2016-й год (Рис. 5). В этот раз вода на тюменском отрезке Туры поднималась более чем до 8,5 метров. Но на сей раз заречную часть города спасла насыпная дамба, возведенная на рубеже 70-80-х годов после последнего знаменитого наводнения. Сейчас ее в некоторых местах досыпали и укрепили.



Рис. 4 Наводнение в старой Зареке, 1979 г.



Рис. 5 Разлив реки Туры, 2016 г.

Решением проблемы городского округа город Тюмень состоит в следующем:

- разработать инженерную подготовку территории города, усилив внимание районам, находящимся в зоне подтопления и заболачивания;
- проводить своевременный контроль за состоянием и использованием мелиорированных систем, с целью выявления нарушений и качественного состояния;
- произвести инвентаризацию имеющихся мелиоративных устройств, а также произвести их регистрацию в ЕГРП, поскольку с возникновением права на них у правообладателей возникнет ответственность за их сохранность и эксплуатацию;
- провести реконструкцию осушительных каналов.

Литература

1. Зайдельман Ф. Р. Мелиорация почв. – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Московский государственный университет им. МВ Ломоносова", 2003. – с. 448.
2. Новохатин В. В., Казаков А. А. Использование данных Дистанционного зондирования Земли в оценке процесса вторичного заболачивания осушенных болот западной Сибири // Вестник Тюменского государственного университета. – 2012. – Т. 7. – С. 167-173.
3. Шемякина А. С., Симакова Т. В. Анализ состояния и использования мелиорируемых земель Тюменского района // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения. – 2018. – С. 204-209.4
4. Черезова Н. В., Гузева И. В. Проблемы становления земельных отношений при реализации «дачного» закона на землях сельскохозяйственного назначения и землях населенных пунктов // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2019. – №. 4.

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В ЧАСТИ УСТАНОВЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ЗОН В РФ

Стегниенко, Е.С., Иваненко П.Е., Антонов А.А.

Научный руководитель стпрший преподаватель Е.С. Стегниенко

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Россия

Земельный кодекс РФ устанавливает одиннадцать принципов, основных идей законодательства в сфере рационального пользования земельными ресурсами, три из них посвящены правовому режиму земельных участков и основаниям его определения. Это принцип деления земель на семь категорий в целях определения их правового режима, территориальной зоны и вида разрешенного использования; принцип приоритета охраны особо ценных земель и земель особо охраняемых территорий, а также принцип обоснованного подхода к выбору того или иного порядка использования земли, основываясь на природных, социальных, экономических и иных факторах. Правовым режимам использования земель различных категорий отведена особая часть кодекса [3], которая описывает их понятия и составы.

Земли населенных пунктов подлежат зонированию в соответствии с градостроительными регламентами в целях установления видов разрешенного использования, предельных размеров самих земельных участков и иных характеристик. Описываемая система существует в Российской Федерации более двадцати лет, ее состоятельность

проверена практикой, тем не менее Правительство РФ не оставляет попыток реформирования, следуя зарубежным тенденциям по упрощению администрирования государственных процессов [1].

Первым этапом такого реформирования следует назвать Распоряжение Правительства РФ «Об утверждении Основ государственной политики использования земельного фонда Российской Федерации на 2012 - 2020 годы» [4], в соответствии с которым одним из основополагающих трендов государственной политики в части земельно-имущественных отношений выступает преобразование порядка установления правового режима использования земли через отмену норм, предусматривающих их деление на категории, и установление всеобщего зонирования территорий. В процессе реализации указанного распоряжения в конце 2014 года в Государственную Думу был внесен законопроект об изменении норм Земельного кодекса РФ и иных законодательных актов, который был принят в первом чтении, что повлекло ряд негативных отзывов как от органов власти, так и от общества, в связи с чем принятие закона не состоялось.

В 2018 году Правительством РФ была предпринята еще одна попытка изменения парадигмы земельного законодательства, и вновь обсуждается очередная законодательная инициатива подобного содержания, разработан новый проект федерального закона, авторы которого рассчитывают, что планируемые изменения начнут свое действия с начала 2025 года (рис).



Необходимость подобного реформирования обуславливается в том числе сравнительным анализом российской земельно-правовой системы и систем зарубежных стран – аналоги принципа деления земель на категории отсутствуют на мировой арене [2], однако, по мнению авторов, такой подход не представляется верным. Различия в площади, качестве земель, природных особенностях территорий очевидны, и могут быть названы основанием для отказа от рецепции описываемых земельно-административных методов.

Изменения, разработанные в проектах, имеют свои плюсы и минусы. На данный момент зонирование проводится только на землях населённых пунктов. Предлагаемые нововведения затронут этот принцип – планируется разделение на зоны всех земель государства и муниципальных образований, за исключением земель лесного, водного фондов и земель запаса. А значит, делению на зоны подвергнутся и сельскохозяйственные земли, представляющие особую ценность. Противники данной реформы считают, что это представляет опасность для таких земель – специально или же по неосторожности в процессе перехода к новому порядку часть земель может оказаться отнесенной к иной, несельскохозяйственной, территориальной зоне [2].

В качестве положительных моментов авторам видится предложение выделить среди сельскохозяйственной зоны совокупность «особо ценных земель», охрана которой будет в приоритете, в ее состав войдут пашни, мелиорированные угодья и различные сооружения, предназначенные для осушения, орошения и защиты земель от эрозии. Но также существует мнение, что предлагаемый Правительством проект федерального закона выгоден только для целей градостроительной деятельности, так как, по сути, делает более простым порядок изменения границ населенных пунктов за счет сельхозугодий или же земель лесного фонда [5].

Помимо всего прочего стоит отметить, что реализация таких масштабных реформ в настоящий момент повлечет ряд сложностей в порядке администрирования как публичных, так и частных земельно-имущественных правоотношений. Для более точного и рационального разделения земель страны на территориальные зоны необходимо обладать актуальной и полной информацией о земельном фонде. В свою очередь, для получения такой информации следует провести ряд мероприятий, а именно [6]:

- необходимо реализовать качественный анализ – провести агрохимические, почвенные и иные обследования земель;
- в результате качественного анализа выделить земли пригодные для отнесения их к сельскохозяйственной зоне, природоохранной зоне и т.д.;
- провести количественный анализ: сопоставить данные, полученные при качественном анализе, со сведениями, внесенными в разделы ЕГРН, провести корректировку.

Изменение земельного законодательства нашей страны в соответствии с программами, принимаемыми Правительством РФ, повлечет установление превалирующего значения градостроительной сферы интересов перед землеустроительной, что вступает в противоречие в основополагающим законом страны – Конституцией РФ, которая определяет значение земли как основу жизни и деятельности человека над восприятием ее как экономической категории [2, 6].

Подводя итог, следует сказать, что рассматриваемый в статье законопроект направлен на совершенствование правового регулирования земельно-имущественных отношений, тем не менее, он содержит в

себе существенные недостатки и нуждается в доработке, хотя он и является улучшенным вариантом проекта 2014 года. Также по мнению авторов изменение порядка деления земель на категории на зонирование территорий приведёт к различным проблемам в части определения правового режима земель ввиду конфликта земельной и градостроительной отраслей права. Помимо этого, отказ от категорий земель может негативно сказаться на рациональном использовании земель сельскохозяйственного назначения.

Литература

1. Бородина О. Б. Современные тенденции зонирования земель в Российской Федерации //Московский экономический журнал. – 2019. – №. 13.– С. 10-17.
2. Дедкова Т. А. Правовые последствия принятия законопроекта о зонировании территорий для земель сельскохозяйственного назначения //Вестник Томского государственного университета. Право. – 2019. – №. 31. – С. 142-153.
3. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ред. от 30.12.2020) [Электронный ресурс] – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»
4. Об утверждении Основ государственной политики использования земельного фонда Российской Федерации на 2012 - 2020 годы [Электронный ресурс]: Распоряжение Правительства РФ от 03.03.2012 №297-р. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
5. Правовой анализ отмены деления земель на категории и переход к территориальному зонированию [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://femida-science.ru/index.php/home/vypusk-9/item/270-pravovoj-analiz-otmeny-deleniya-zemel-na-kategorii-i-perekhod-k-territorialnomu-zonirovaniyu>
6. Соболева О. Н., Романченко Е. А. Последствия отмены категорий земель //Инженерный вестник Дона. – 2015. – Т. 36. – №. 2-2.

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ТЕРРИТОРИЙ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ДЛЯ РАЗВИТИЯ Г. ЕКАТЕРИНБУРГ

Тищенко В.И.

Научный руководитель доцент Н.В. Кончакова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время процесс урбанизации не прекращается, все больше людей стремятся жить в больших городах, чтобы улучшить свои условия жизни. Города, в свою очередь, «разрастаются», увеличивая свою площадь, повышается этажность городских зданий и плотность застройки. Наибольшего масштаба такие процессы затрагивают города-миллионники.

В процессе градостроительной деятельности крайне важно оценить градостроительное и территориальное зонирование и планирование, проанализировать территории перспективные для застройки на предмет их соответствия для перспективной застройки. Для этого необходимо выявить, те ограничения, которые действуют в границах таких территорий, например, рассмотреть наличие зон с особыми условиями использования территории, особо охраняемых природных территорий и других критериев, определяющих возможность их использования в перспективных целях.

В правилах землепользования и застройки муниципального образования выделяются территории перспективные для застройки, но, чаще всего, для таких территорий не проводят комплексный анализ, вследствие чего, такие территории не всегда могут использоваться для застройки.

Целью данной работы является геоинформационный анализ территорий потенциальных для развития г. Екатеринбург и оценка их пригодности для застройки.

Объектом исследования являются территории потенциальные для развития города Екатеринбург, которые представлены цифрами 1; 2; 3 и 4 на рис.

Для исследований было выбрано четыре территории, выделяемых в Правилах землепользования и застройки (ПЗЗ) г. Екатеринбург как «Зоны развития застройки» [2].

Первая территория расположена на северо-востоке города, площадь которой составляет 2195159 м². Территория представлена карьером, предназначенным для добычи и разработки полезных ископаемых. Западнее от карьера находятся жилой район города и завод.

Вторая территория также расположена на северо-востоке города, площадь составляет 573404 м². В северной части территории расположен водный объект, по южной и восточной частям берега располагаются нежилые объекты капитального строительства, которые предназначены для спортивно-оздоровительных целей.

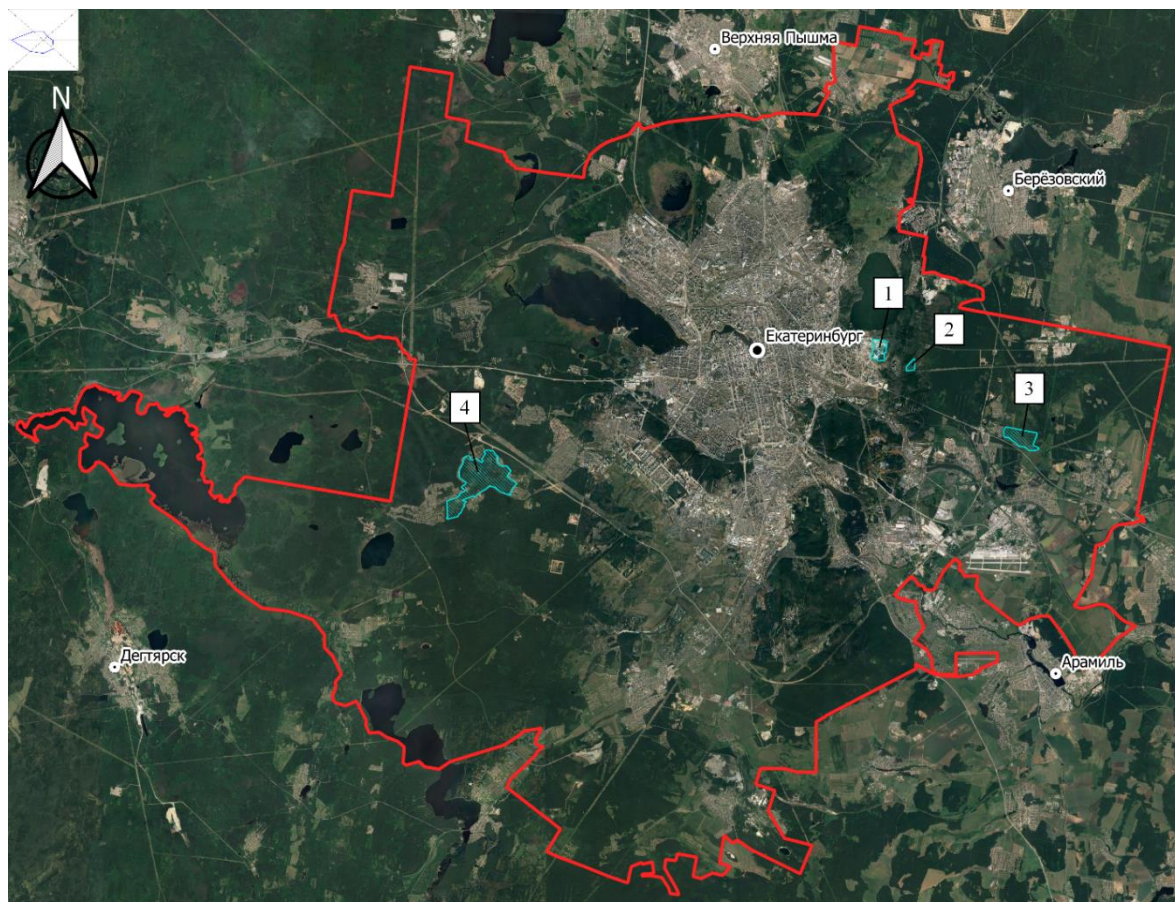
Третья территория расположена на юго-востоке города, площадь составляет 3921736 м². На данной территории полностью отсутствуют объекты капитального строительства, вся площадь покрыта растительностью.

Четвертая территория расположена на юго-западе города, площадь составляет 16215577 м². Внутренний контур данной территории частично застроен индивидуальными жилыми и садовыми домами. Большая площадь территории покрыта растительностью.

Для каждой территории были определены функциональные зоны согласно Генеральному плану г. Екатеринбург и выявлено наличие или отсутствие зон с особыми условиями использования территории, особо охраняемых природных территорий и объектов культурного наследия [1].

Для геоинформационного анализа была использована программа QGIS Desktop 3.16.3. В качестве основы были использованы растровые слои, в том числе Генеральный план г. Екатеринбург и Правила землепользования и

застройки г. Екатеринбург (карта градостроительного зонирования), а также встроенные слои программы QGIS Desktop 3.16.3 Google.cn Satellite и Базовая карта Росреестра.



- граница г. Екатеринбург, установленная в Генеральном плане
- границы исследуемых территорий

Рис. Схема расположения исследуемых территорий

В ходе геоинформационного анализа для исследуемых территорий были выявлены следующие проблемы:

1. Территория №1 не соответствует статусу «Зона развития застройки», так как вся территория представлена действующим карьером по добыче гранита и находится в аренде у недропользователя, соответственно, в данный момент развитие и застройка этой территории невозможны.
2. Часть территории №2 застроена нежилыми зданиями. Из этого следует, что границы зоны развития застройки данной территории определены некорректно.
3. Большую часть территории №4 занимают зоны слабого, умеренного и сильного подтопления, при этом территория предназначена для жилой застройки, что является небезопасным и экономически невыгодным решением.

Для решения выявленных проблем были разработаны рекомендации, которые заключаются в следующем:

1. Для определения зон развития застройки необходимо определить наличие существующих земельных участков и объектов капитального строительства, стоящих на государственном кадастровом учёте.
2. Выявить ограничения (зоны с особыми условиями использования территории, особо охраняемые природные территории и т.д.), которые ограничивают использование таких территорий.
3. Провести зонирование территорий перспективных для застройки в соответствии выявленными ограничениями.

Литература

1. Генеральный план города Екатеринбург, принятый решением Екатеринбургской городской думы от 06.07.2004 №60/1: Официальный портал Екатеринбург.ру. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://vk.cc/c0vkNo>
2. Правила землепользования и застройки городского округа – муниципального образования «город Екатеринбург» и внесения с них изменений, принятые решением Екатеринбургской городской думы от 19.06.2018 №22/83: Официальный портал Екатеринбург.ру. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://vk.cc/c0vkWC>

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО КАДАСТРОВОГО УЧЕТА ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ НА ТЕРРИТОРИИ САДОВОДЧЕСКИХ НЕКОММЕРЧЕСКИХ ТОВАРИЩЕСТВ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЙ

Чалдаева К.И.

Научный руководитель доцент Н.В. Кончакова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Единый государственный реестр недвижимости является одним из главных инструментов регулирования отношений в области недвижимости и представляет собой свод достоверных систематизированных сведений в текстовой форме (семантические сведения) и графической форме (графические сведения) [1].

На сегодняшний день в ЕГРН содержатся неактуальные сведения о многих объектах недвижимости. Неактуальность сведений обусловлена вступлением в силу Закона № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости», согласно которому, сведения ЕГРП и ГКН были объединены в единую структуру ЕГРН [1]. Сведения Единого государственного реестра прав на недвижимое имущество и сделок с ним и сведения государственного кадастра недвижимости считаются актуальными сведениями, если не требуют дополнительного подтверждения. Однако в отношении довольно большого числа объектов недвижимости статус таких объектов недвижимости определен, как «актуальные, ранее учтенные». Запись «актуальные, ранее учтенные» присваивается объектам недвижимости, которые ранее были учтены в ГКН (государственном кадастре недвижимости) и имели статус «ранее учтенные», после чего были зарегистрированы в ЕГРН (единый государственный реестр недвижимости). В отношении таких объектов недвижимости встречается довольно большое количество ошибок в описании местоположения границ, либо же земельный участок поставлен на кадастровый учет вовсе без координат границ. На сегодняшний день сведения ЕГРН актуализируются с каждым днем, однако вопрос о разработке методики по совершенствованию и быстроты внесения актуальных сведений остается открытым.

На данный момент основанием для внесения местоположения границ земельного участка является, подготовленный кадастровым инженером межевой план. В межевой план вносятся все основные характеристики о земельном участке. Подготовить межевой план для земельного участка, расположенного на территории СНТ возможно на основании утвержденного проекта межевания территории. Проект межевания территории – это документ по планировке территории, который разрабатывается только в отношении застроенных и подлежащих застройке территорий с целью определения местоположения границ, образуемых и изменяемых земельных участков; установления, изменения, отмены красных линий для застроенных территорий и т.д. Однако, при разработке проектов межевания территории на территории садоводческого товарищества неоднократно встречается ряд проблем, связанных с ошибками в местоположении границ земельных участков [2].

В настоящей статье был проведен анализ наиболее встречающихся проблем при подготовке проектов межевания территории нескольких садоводческих товариществ, расположенных на территории Томской области – СНТ «Надежда», СНТ «Фрезер», СНТ «Снабженец». Было выявлено что, на территории СНТ «Фрезер» расположено 199 земельных участков, сведения о 32 земельных участках внесены в ЕГРН, из них 20 – имеют статус ранее учтенный, 12 – имеют статус учтенный. При разработке проекта межевания так же было выявлено пересечение границ в отношении 10 земельных участков и отлет в отношении двух земельных участков. Для СНТ «Надежда» были обнаружены следующие ошибки в местоположении границ земельных участков: разворот земельного участка, чересполосица, а также отлет. Подобные проблемы характерны и для СНТ «Снабженец». Таким образом, проблемы, возникающие при разработке проекта межевания территории на территорию садоводческих товариществ, можно классифицировать следующим образом.

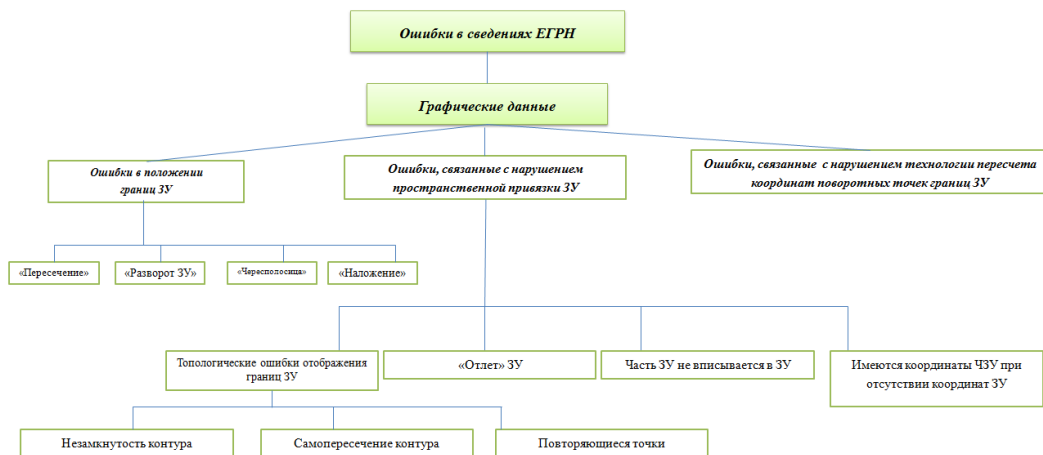


Рис. 1 Классификация ошибок в графических данных сведений ЕГРН

Впоследствии при подготовке межевых планов выявленные проблемы могут затянуть процесс постановки на кадастровый учет земельного участка. Рассмотрим подробнее подготовку межевого плана по уточнению границ

земельного участка и одновременным уточнением части границы смежного земельного участка. Проблема пересечения части границы смежного земельного участка на территории СНТ встречается довольно часто.

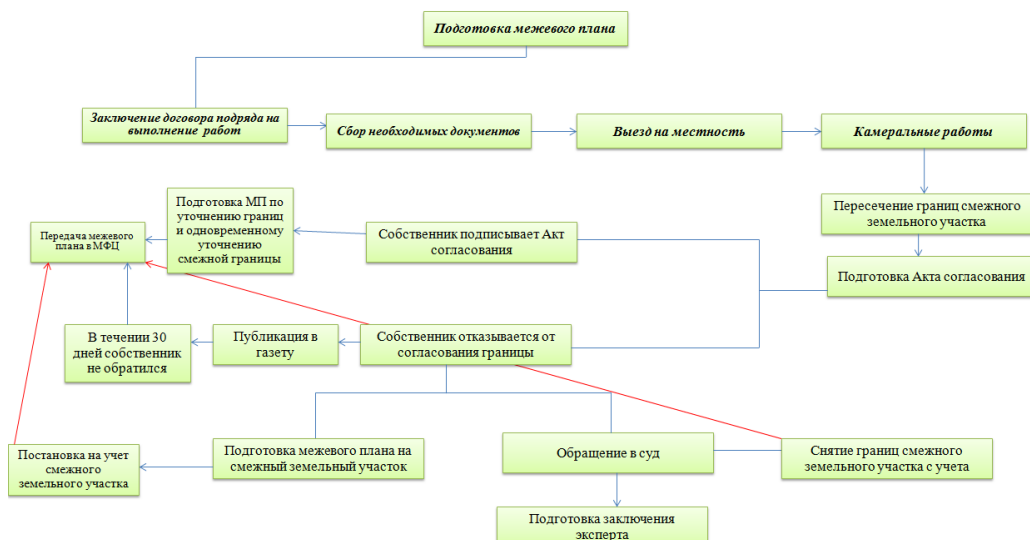


Рис. 2 Технологическая схема подготовки межевого плана с одновременным уточнением смежной границы земельного участка

Из вышеприведенной схемы можно заметить, что в случае пересечения границ смежного земельного участка процесс подготовки межевого плана может занять не только большое количество времени, но и быть финансово затратным.

Для оптимизации выполнения процесса постановки на кадастровый учет земельных участков в 2015 году в Федеральный закон 221-ФЗ «О кадастровой деятельности» были введены комплексные кадастровые работы, которые в том числе могут проводиться на территории садоводческих товариществ.

Комплексные кадастровые работы (ККР) – это кадастровые работы, которые выполняются одновременно в отношении всех расположенных на территории одного кадастрового квартала или территориях нескольких смежных кадастровых кварталов земельных участков, зданий, сооружений (за исключением линейных объектов), а также объектов незавершенного строительства [3].

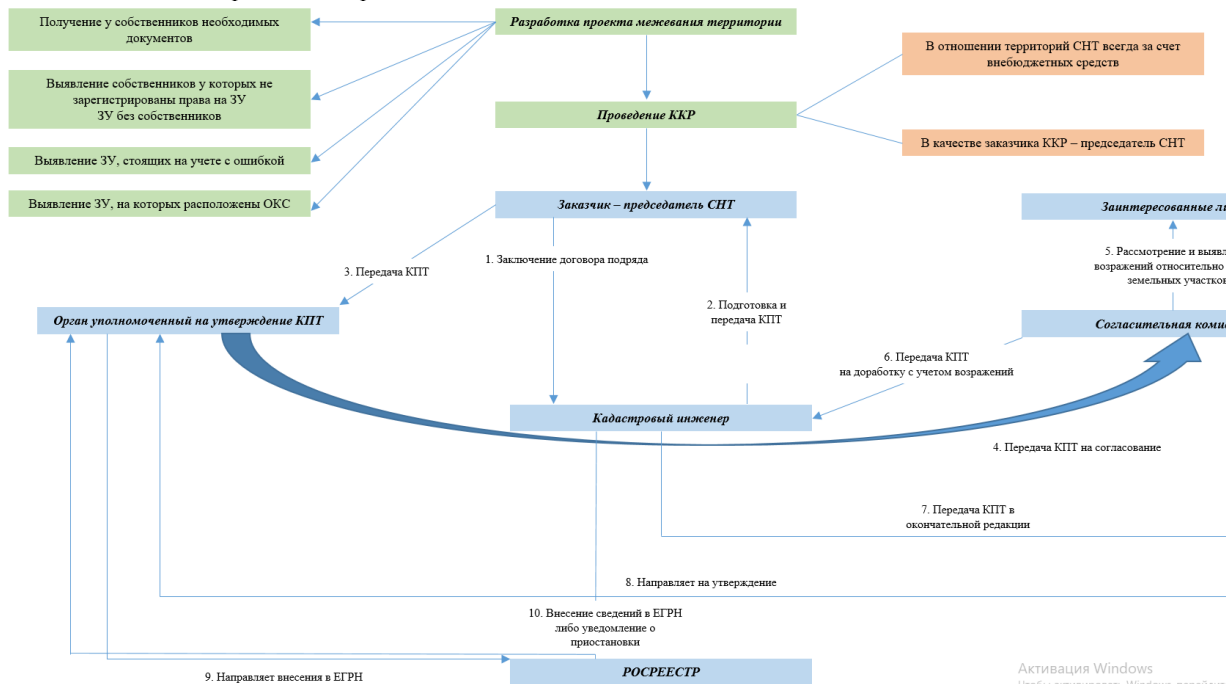


Рис. 3 Предложения по оптимизации процедуры проведения ККР на территории СНТ

На сегодняшний день комплексные кадастровые работы в отношении территорий садоводческих некоммерческих товариществ не нашли широкого распространения. За время вступления в силу изменений

настоящего закона ФЗ-221 комплексные кадастровые работы в отношении территорий СНТ, расположенных в Томской области проводились один раз в СНТ «Ключи», поэтому вопрос об оптимизации данного процесса стоял довольно остро на протяжении четырех лет. В 2019 году в силу вступил Федеральный закон «О внесении изменений в Федеральный закон «О кадастровой деятельности» и Федеральный закон «О государственной регистрации недвижимости» от 17.06.2019 N 150-ФЗ в котором был рассмотрен вопрос оптимизации проведения таких работ, в том числе на территориях СНТ [4]. Однако и на сегодняшний день ККР широкого распространения не нашли.

Для совершенствования проведения ККР на территории СНТ предложен механизм, представленный на рис. 3. До начала проведения комплексных кадастровых работ необходимо подготовить и утвердить проект межевания территории. Это позволит сократить время на поиск правоустанавливающих и иных документов, выявить местоположение объектов недвижимости, стоящих на учете с ошибкой и иных других проблем, представленных на схеме. В качестве заказчика кадастровых работ, проводимых на территории СНТ, должен выступать председатель СНТ, что сократит время поисков собственников земельных участков. Так же комплексные кадастровые работы на территории СНТ предлагается проводить в том числе только за счет внебюджетных средств, поэтому на первый этап с получением ответа от органа местного самоуправления об отсутствии планированного выполнения ККР не требуется.

Литература

1. О государственной регистрации недвижимости [Электронный ресурс] : федер. закон от 13.07.2015 № 218-ФЗ. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 30.12.2020) (с изм. и доп., вступ. в силу с 10.01.2021). – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»
3. О кадастровой деятельности [Электронный ресурс] : федер. закон от 24.07.2007 № 221-ФЗ. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
4. О внесении изменений в Федеральный закон "О кадастровой деятельности" и Федеральный закон "О государственной регистрации недвижимости [Электронный ресурс] : федер. закон от 17.06.2019 № 150-ФЗ. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

МЕТОДИКА ПОСТАНОВКИ НА КАДАСТРОВЫЙ УЧЕТ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ С ПОМОЩЬЮ 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ

Чурилова Ю.А.

Научный руководитель доцент П.М. Демидова

Санкт-Петербургский Горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

На современном этапе сложно представить городское пространство без построения сложных объемных конструкций, как в промышленном применении, так и в обычной социальной жизни. Согласно Российскому законодательству, каждый объект капитального строительства (далее – ОКС), являющейся объектом недвижимости (далее – ОН), подлежит государственному кадастровому учету и регистрации прав на него [9]. Кадастровому инженеру необходимо подготовить технический план на ОКС, данные которого впоследствии будут занесены в Единый государственный реестр недвижимости [8]. При подготовке документа кадастровому инженеру необходимо описать объект в пространстве, с помощью проведения геодезической съемки. На данный момент в Российской Федерации координаты ОКС измеряются только в двухмерной плоскости, проводя необходимые высотные измерения только с использованием проекции на горизонтальную плоскость земной поверхности, что приводит к неверному представлению объекта в пространстве. Большинство стран уже давно используют 3D моделирование в кадастровой сфере. Одни страны используют третью высотную координату – Н (Нидерланды, Германия и т.д.), другие пространственную координату – Z (Чехия).

Согласно приказу Министерства экономического развития РФ №953 от 18.12.2015 кадастровый инженер по желанию заказчика может представить 3Д модель объекта недвижимости при подготовке документации для проведения кадастрового учета [5]. При построении модели в трехмерном пространстве предлагается использовать высотную координату – Н (таблица). Высотным координатам конструктивных элементов, располагающихся ниже отметки H_0 , присваивается знак «-», а элементам, располагающимся выше H_0 , присваивается знак «+». Если конструктивный элемент объекта недвижимости начинается от уровня H_0 , то начало H_1 (начало конструктивного элемента ОН) = H_0 [5].

Таблица

Представление координаты Н

Наименование, Н	Пространственное расположение	Точность, м	Высотное положение
H_0	Точка пересечения проекции конструктивного элемента с контуром ОКСа	0,1	Условный горизонт
H_1	Точка начала конструктивного элемента ОКСа	0,1	Глубина
H_2	Точка окончания конструктивного элемента ОКСа	0,1	Высота

Каждый объект капитального строительства имеет свой состав конструктивных элементов, которые необходимо описать с помощью высотной характеристики Н. Все объекты можно между собой разделить на множество групп, по представлению их в пространстве: по сложности строения (типовые, индивидуальные); по

расположению (линейные, высотные, площадные); по расположению относительно горизонтальной земельной поверхности (подземные, надземные, наземные, смешанные) [6].

Данные характеристики могут свидетельствовать о том, что для того, чтобы описать объекты недвижимости в пространстве, необходимо классифицировать их по категориям использования. Для каждого вида описать свой механизм построения трехмерной модели относительно земельной поверхности Н0.

Отдельно хотелось выделить вид объекта недвижимости – объект незавершенного строительства. Для данного объекта возможно применение 4D кадастра, где 4 координатой является время.

Для каждого объекта недвижимости подготавливается свой индивидуальный технический план с полной и точной визуализацией в пространстве. Для этого необходимо провести качественную геодезическую съемку [4].

Координаты характерных точек объекта недвижимости согласно приказу 953 указываются в разделе «Описание местоположения объекта недвижимости» [5]. В редакции приказа колонки 7,8 раздела 2.1 технического плана содержат информацию по высотному расположению точки в пространстве. В зависимости от пространственного расположения объекта недвижимости, относительно Н0=0 – условный уровень поверхности земли, устанавливаются высоты точек каждого конструктивного элемента объекта недвижимости.

Далее для подготовки технического плана необходимо сформировать 3D модель объекта недвижимости в графическом представлении. Отрисованный файл AutoCAD с объектом недвижимости в трехмерном пространстве необходимо прикрепить к приложению технического плана [1]. Для этого можно использовать программы – Архиваторы (WinRAR, 7-Zip и т.д.), которые позволят сжать данные для передачи данных и их компактного хранения. Визуальное представление объекта недвижимости позволит осуществить программа Adobe Acrobat с функцией отображения 3D модели объекта [2]. С помощью нее мы можем в файле, с разрешением .pdf, перемещать и поворачивать объект, а также показывать высоты. Файл с изображением 3D модели прикрепляется также в Приложения к техническому плану.

После регистрации объекта с 3D моделью, органы Росреестра отображают информацию об объекте на публичной кадастровой карте (далее – ППК) [7]. В 2020 году до обновления ППК, уже были отображены пилотные объекты в г. Москва, представленные на рисунк.

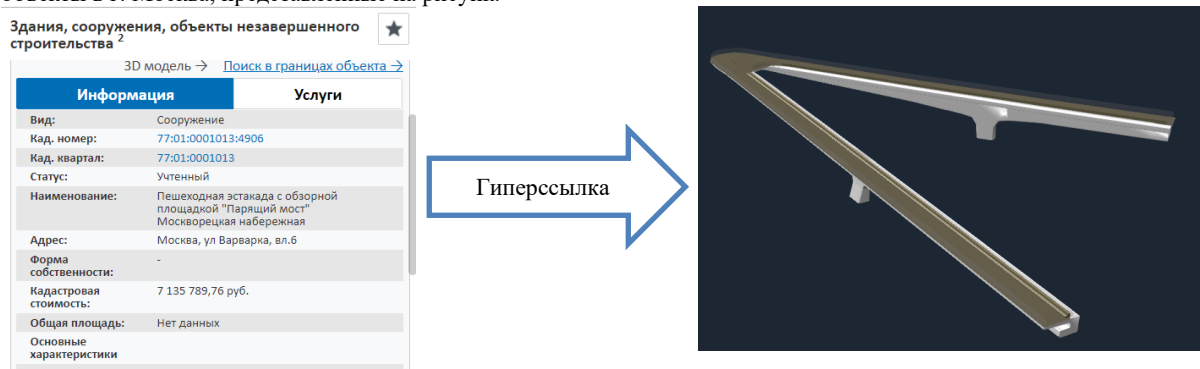


Рис. Пилотные объект «Парящий мост»

Это было сделано с помощью перехода по гиперссылке на новую вкладку (слой), в которой отображался файл в формате .pdf, где объект был представлен в объеме.

Для осуществления кадастрового учета с использованием 3D моделирования необходимо сделать следующие действия:

- 1) геодезическая съемка, с привязкой к системе координат МСК;
- 2) передача данных (облака точек) в AutoCAD, построение модели;
- 3) отображение в техническом плане высотной координаты Н для каждой характерной точки конструктивного элемента;
- 4) визуализация трехмерной модели объекта недвижимости с использованием программы Adobe Acrobat 3D;
- 5) прикрепление файлов в Приложения к техническому плану 3D модели объекта в формате .pdf и .dwg (с использованием Архиваторов);
- 6) отображение ОН на публичной кадастровой карте с использованием гиперссылок.

Для полного внедрения трехмерного кадастра следует пересмотреть и расширить актуальную законодательную базу с возможностью выделения каждого вида объекта недвижимости, для обеспечения визуального, возможностью использования координаты z (координатная привязка МСК, вместо условной высоты – Н). Важно развитие использования лазерных сканеров при осуществлении кадастровой съемки, обновления существующих программ для кадастрового учета, с помощью введения 3D функций [3]. После государственного кадастрового учета необходимо обновление содержания публичной кадастровой карты, которую в будущем необходимо сделать в виде объемной 3D карты.

Литература

1. О государственной регистрации недвижимости [Электронный ресурс]: федер. закон от 13.07.2015 № 218-ФЗ. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 30.12.2020) (с изм. и доп., вступ. в силу с 10.01.2021). – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»

3. Официальный сайт AutoCAD [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.autodesk.ru/products/autocad>
4. Официальный сайт Adobe Acrobat Reader DC [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://acrobat.adobe.com/ru>
5. Вальков В. А., Мустафин М. Г., Макаров Г. В. Применение наземного лазерного сканирования для создания трехмерных цифровых моделей Шуховской башни // Записки Горного института. – 2013. – Т. 204. – С. 58-61.
6. Зицик А. А., Боголюбова А. А., Романчиков А. Ю. Прикладное использование фотограмметрического метода получения данных о натуральных измерениях при проведении обмеров нежилого помещения // Инженерные системы и городское хозяйство. – 2020. – С. 160-169.
7. Об утверждении формы технического плана и требований к его подготовке, состава содержащихся в нем сведений, а также формы декларации об объекте недвижимости, требований к ее подготовке, состава содержащихся в ней сведений [Электронный ресурс] : приказ Минэкономразвития от 18.12.2015 № 953. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
8. Ильинова К. Н., Демидова П. М. Трехмерный кадастр при постановке на кадастровый учет сооружения // Новые задачи технических наук и пути их решения. – 2015. – С. 109-114.
9. Официальный сайт Росреестра [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosreestr.ru/wps/portal/>.
10. О кадастровой деятельности [Электронный ресурс] : федер. закон от 24.07.2007 № 221-ФЗ. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

С Е К Ц И Я 8

ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЙ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ В ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ Акимова С.С.

Научный руководитель - профессор Е.Г. Языков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

С развитием атомной промышленности и ядерной энергетики весь мир столкнулся с экологическими проблемами, связанными с изменениями радиационной обстановки на территориях, попавших в зону воздействия аварий на АЭС и предприятий ЯТЦ. Данная проблема не обошла стороной и Томск-Северскую промышленную агломерацию, где 6 апреля в 1993 году на СХК произошла авария. Специалистами НПО «Тайфун» в ходе аэрофотосъемки был установлен след воздействия данной аварии на выше указанной территории. [1,2,3]

Цель: изучить состояние радиационной обстановки на территории Томск-Северской промышленной агломерации Томской области и провести сравнительный анализ.

Задачи:

- определить основные источники изменения радиационного фона Томск-Северской промышленной агломерации;

- изучить распределение радионуклидов на выделенной территории;

- установить типы радионуклидов на выделенной территории.

Радиационная обстановка - совокупность радиационных факторов в пространстве и во времени, способных воздействовать на функционирование (использование) объекта. Данная проблема затронула и территорию Томской области. Основными загрязняющими радионуклидами на территории Томск-Северской промышленной агломерации являются: цезий-137 и стронций-90 [4].

В свое время на изменение радиационной обстановки на территории Томской области оказала авария на СХК в 1993 году, тогда как ядерные испытания на Семипалатинском ядерном полигоне, на Новой Земле, а также общевойсковые учения на Тоцком полигоне не оказали существенного влияния на радиационный фон Томской области.

Многолетнее функционирование СХК с его предприятиями ЯТЦ на территории области оказало влияние на изменение радиационной обстановки. Использовались результаты исследования проб почв на территории Томского района и в качестве основного техногенного радионуклида был выбран цезий-137. Для сравнения использовались данные исследований 1997 и 2010 годов. [3,4,5].

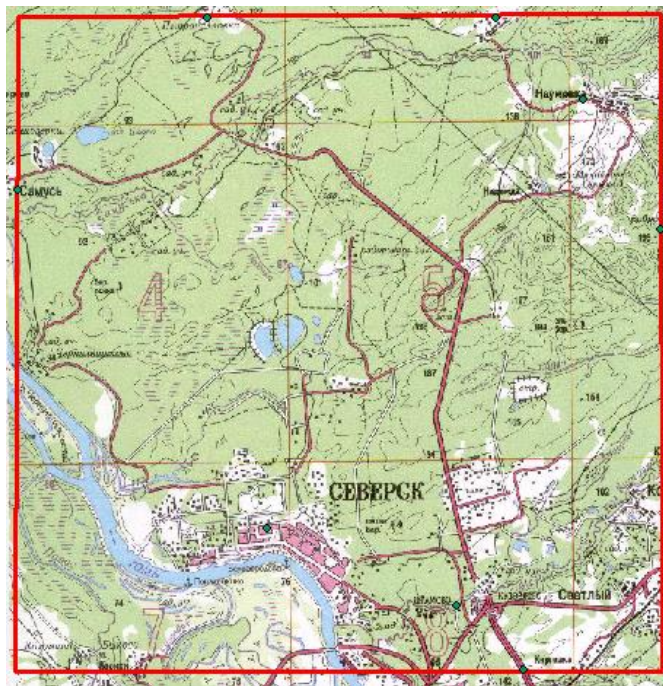


Рис.1 Участок исследования

На основе полученных значений были построены условные схемы распределения радионуклида на указанной территории.

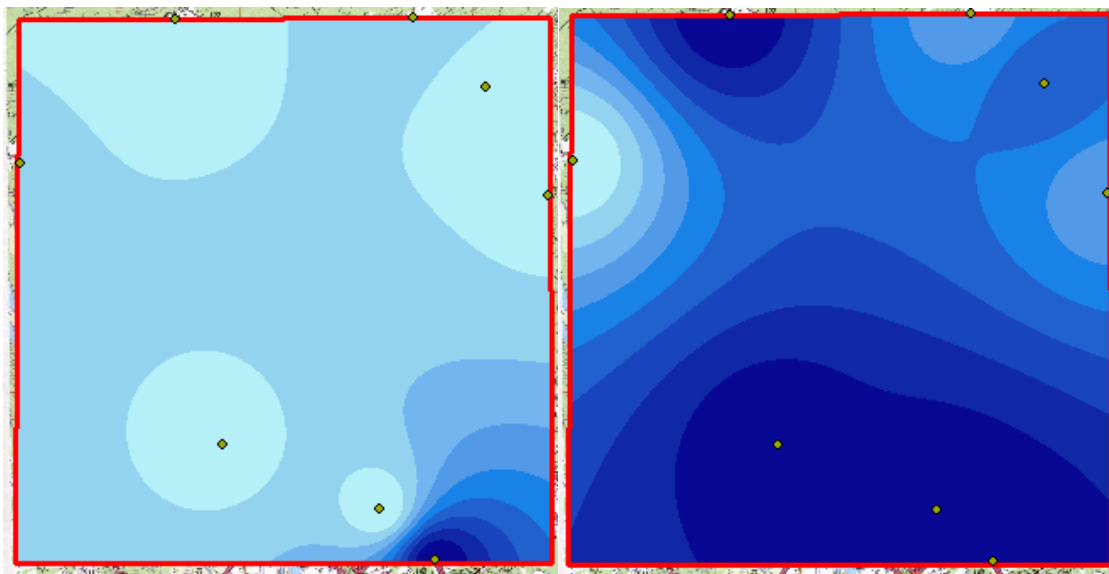


Рис.2 Схемы распределения Cs-137 на территории района (слева-2010 г., справа-1997г.)

На основании полученных сравнений можно сделать вывод, что распределение цезия крайне неравномерное и нестабильное, что может объясняться его высокими показателями дисперсии, и что для получения более точных результатов нужно увеличить количество точек опробования.

В 1997 году более повышенные концентрации радионуклида были выявлены на территориях к северо-западу от Томска. По данным 2010 года концентрация радионуклида уменьшилась в почвенном покрове, что объясняется процессами вымывания радионуклида из почвенного горизонта А и переход в горизонт ВС. Данное перераспределение оказалось возможным за счет наличия в данном районе почв в виде легких суглинков с большей долей присутствия песчаной составляющей.

Литература

1. Единая государственная автоматизированная система мониторинга радиационной обстановки на территории Российской Федерации [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://egasmro.ru/>
2. Оценка радиоэкологической обстановки в зоне влияния предприятий ядерно-топливного цикла (на примере Сибирского химического комбината, Томская область): учебное пособие / Л. П. Рихванов, Л. В. Надеина - [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m160.pdf>
3. Рихванов, Л. П. Общие и региональные проблемы радиоэкологии [Текст] / Л. П. Рихванов. — Томск: Изд-во ТПУ, 1997. — 384 с.
4. Рихванов, Леонид Петрович. Радиоактивные элементы в окружающей среде и проблемы радиоэкологии: учебное пособие / Л. П. Рихванов; Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск, 2009. — 430 с.
5. Состояние окружающей среды Томской области в 2010 году: экологический мониторинг / Томская область, Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды; Томская область, Областной комитет охраны окружающей среды и природопользования (Облкомприрода); под ред. А. М. Адама. — Томск: Графика ДТР, 2011. — 144 с.

АНТРОПОГЕННЫЕ ГАЗОВЫЕ ВЫБРОСЫ ПРИ СЖИГАНИИ ОТХОДОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ В СОСТАВЕ СУСПЕНЗИОННЫХ ТОПЛИВ

Ахметшин М.Р., Няшина Г.С.

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор П.А. Стрижак

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Ежегодно в России образуется около 3,5 млн. тонн нефтесодержащих отходов [8], в том числе более 2,5 млн. тонн – на предприятиях нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей отраслей промышленности (90 % этих отходов – нефтешламы и загрязненные нефтью грунты). В целом общий объем накопленных нефтяных отходов в мире на 2017 г. достигает 9 млрд. тонн [3]. В связи с этим очевидна актуальность задачи утилизации накопившихся отходов предприятий нефтеперерабатывающей и нефтедобывающей отраслей промышленности, в том числе сжиганием отходов в качестве топлива. Цель работы заключалась в определении концентраций оксидов серы и азота, образующихся при сжигании нефтепродуктов и промышленных нефтесодержащих отходов в составе суспензионных топлив. В рамках выполнения работы, в качестве топлив, использовались наиболее распространенные и типичные продукты нефтяного происхождения: очищенная нефть, нефтешлам, отработанное турбинное масло. Характеристики исследуемых нефтепродуктов приведены в таблице.

Таблица

Характеристики нефтепродуктов

Нефтепродукт	Плотность при 20 °С, кг/м ³	Вязкость при 20 °С, мм ² /с	Массовая доля, %			Массовая концентрация хлористых солей, мг/дм ³	Теплота сгорания, МДж/кг
			сера	смолы	вода		
Нефть	818,2	7,93	0,213	3,19	9,2	9371	42,8
Нефтешлам	862,1	12,91	0,907	9,04	11,2	8761	40,2
Отработанное турбинное масло	868	–	≤ 0,5	–	≤ 2,5	–	45

Схема стенда, использованного для определения экологических характеристик сжигания нефтепродуктов, представлена в [6]. Стенд предназначен для измерения концентраций газообразных выбросов, образующихся при сжигании различных топлив (рис. 1).

Основной вклад в образование оксидов серы при сжигании нефтепродуктов вносят такие соединения, как сероводород, сульфиты и органически связанная сера [7]. При температурах выше 450 °С начинается интенсивное выделение SO₂. Данный факт может означать, что образование SO₂ при этих температурах происходит главным образом за счет реакции $H_2S + (3/2) O_2 \rightarrow SO_2 + H_2O$ [2].

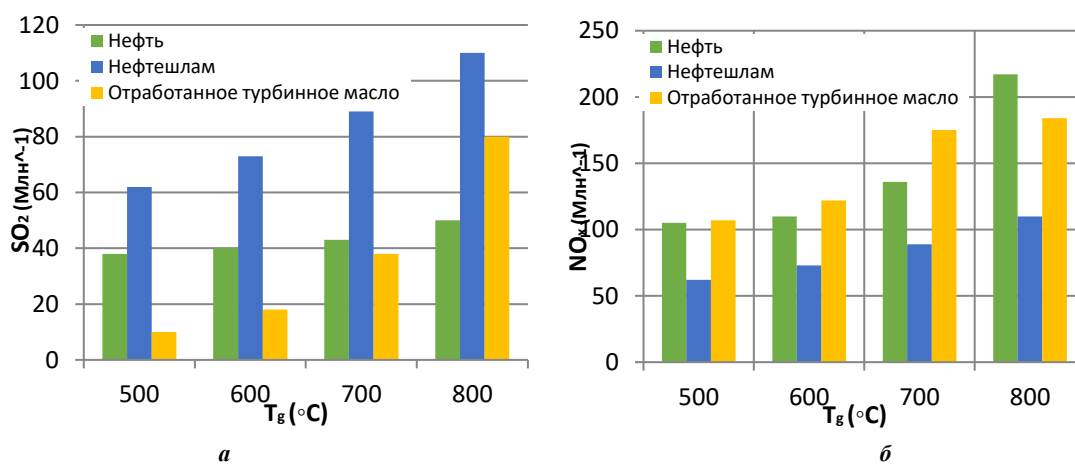


Рис. 1 Концентрации оксидов серы (а) и азота (б) при варьировании температуры в камере сгорания

Образующиеся в процессе горения оксиды азота (NO_x) подразделяются на три вида: топливные, быстрые и термические [1, 5]. Термические оксиды азота образуются в результате окисления азота в атмосфере при повышенных температурах (более 1300 °С) [1]. Топливные оксиды азота образуются из сложных органических соединений, содержащих азот, при температурах выше 400 °С [5]. Температура 700 °С – нижняя температурная граница образования быстрых оксидов, общий диапазон образования которых 700...2000 °С [4]. В рамках работы было важно определить, как изменяются концентрации основных антропогенных выбросов при сжигании эмульсий на основе исследуемых нефтепродуктов при добавлении к ним 50 % воды (рис. 1, 2).

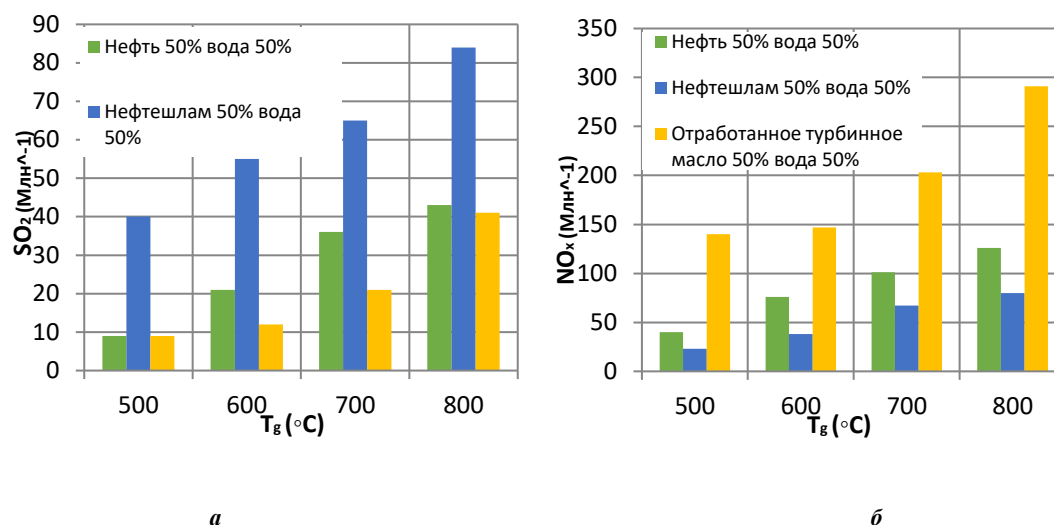


Рис. 2 Концентрации оксидов серы (а) и азота (б) при сжигании эмульсий на основе нефтепродуктов (50 %) и воды (50 %)

Экспериментально установлено (рис. 2), что при добавлении воды обеспечивается снижение концентраций оксидов серы и азота на 20...78 % в зависимости от состава суспензии и температуры сжигания.

Выводы

1. При использовании технологии сжигания нефтесодержащих отходов и нефтепродуктов обеспечивается эффективное сгорание нефти и отходов ее переработки, при этом концентрация SO₂ в продуктах сгорания соответствует российским стандартам. Показана возможность сжигания нефтешламов без нарушения экологических норм выбросов NO_x.

2. Применение суспензионных топлив на основе нефтепродуктов и воды позволяет обеспечить снижение концентраций оксидов серы и азота на 20...78 %. Исключением является смесь отработанного турбинного масла и воды, при сжигании которой выбросы оксидов азота увеличились на 16...61 %.

3. Выявлены закономерности, связанные с образованием антропогенных выбросов при сжигании нефтепродуктов. При этом целесообразно проведение дальнейших исследований процессов образования оксидов азота и оксидов серы для различных топлив на основе нефтепродуктов.

Литература

1. Веткин А.В. Исследование процесса образования оксидов азота в камере сгорания [Текст] / А.В. Веткин, А.Л. Сурис // Химическое и нефтегазовое машиностроение. - 2013. - № 10. - С. 9–11.
2. Cheng, S. Combustion behavior and thermochemical treatment scheme analysis of oil sludges and oil sludge semicokes [Text] / S. Cheng, H. Zhang, F. Chang et al. // Energy. - 2019. - V. 167. - P. 575–587.
3. Demirbas, A. Energy from Waste Materials and Unconventional Sources [Text] / A. Demirbas // Green Energy and Technology. - 2016. - P. 123–255.
4. Glarborg, P. Modeling nitrogen chemistry in combustion [Text] / P. Glarborg, J.A. Miller, B. Ruscic, S.J. Klippenstein // Progress in Energy and Combustion Science. - 2018. - V. 67. - P. 31–68.
5. Linak, W.P. Nitrous oxide emissions from fossil fuel combustion [Text] / W.P. Linak, J.F. McSorley, R.E. Hall et al. // Journal of Geophysical Research. - 1990. - V.95. - P. 7533–7541.
6. Nyashina, G.S. Impact of micro-explosive atomization of fuel droplets on relative performance indicators of their combustion [Text] / G.S. Nyashina, K.Y. Verzhinina, P.A. Strizhak // Fuel Processing Technology. - 2020. - V. 201. 106334.
7. Wang, Z. A TG-MS study on the coupled pyrolysis and combustion of oil sludge [Text] / Z. Wang, Z. Gong, Z. Wang et al. // Thermochimica Acta. - 2018. - V. 663. - P. 137–144.
8. Zuev P.V., Lyustritskaya D.V. Comprehensive solution on handling waste from oil and gas producing enterprises in low-developed areas of Russia // Oil Industry Journal. 2018. V. 1. P. 98–102.

**РЕГИОНАЛЬНАЯ СПЕЦИФИКА ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА
РЯСКОВЫЕ (*LEMNACEAE*) НА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ**

Барановская А.Ю., Шуварикова В.Ю.

Научный руководитель - профессор Н.В. Барановская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия

Территория Томской области характеризуется наличием различных экогеохимических обстановок территорий, в следствие неравномерного распределения месторождений полезных ископаемых в регионе: крупных нефтегазоносных районов (Александровский и Парабельский районы); железных руд (Бакчарский, Кожевниковский районы), ильменит-цирконовых россыпей в области Ковыль-Томской складчатой зоны (Томский район), не стоит исключать и золотоносность юга региона [4]. Также территория Томской области отличается по степени техногенной нагрузки. Наиболее урбанизированной территорией, характеризующееся наибольшим техногенным прессингом, является Томский район, юг региона. Томск-Северская промышленная агломерация характеризуется наличием Северного промышленного узла (СПУ), где на ограниченной территории расположено 33 предприятия [1, 3].

В настоящий момент высокий интерес вызывает изучение геохимических и геоэкологических обстановок данного региона с применением различных индикаторов [2]. Изучение элементного состава макрофитов, а именно ряски, как индикатора окружающей среды сравнительно новое направление в экологической геохимии и биогеохимии. Особый интерес представляет оценка степени реагирования ряски на различные локальные геохимические аномалии, обусловленные как природными, так и техногенными факторами [5-8].

Целью настоящей работы является изучение региональной специфики элементного состава водных растений сем.рясковые (*Lemnaceae*) на территории Томского региона.

Отбор проб производился во время вегетационного периода макрофита. Отбирались образцы проб двух родов (*Lemna*, *Spirodela*) рясковых, произрастающей на территории следующих районов Томской области: Александровский, Кargasокский, Парабельский, Бакчарский, Асиновский, Первомайский, Верхнекетский, Кожевниковский, Шегарский и Томский.

Основными аналитическими методами определения химических элементов в исследуемых пробах макрофитов в данной работе послужили: инструментальный нейтронно-активационный анализ (аналитик с.н.с А.Ф. Судыко) на базе Томского политехнического университета и масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой на базе НОЦ «Вода» ТПУ. Для каждого исследуемого района Томской области определены районные коэффициенты концентрации химических элементов в ряске, которые рассчитывались путем нормирования среднего значения по району к полученному среднему в ряске для региона (Таблица 1).

Таблица 1

Коэффициенты концентраций химических элементов в ряске на территории Томской области

Наименование района	КК		
	>5	5-2	2-1
Александровский	-	-	Rb, Br, Zn
Кargasокский	-	Ba	Fe, Au, Na, Hf, Br, Co, U, La, Rb, As, Yb, Ag
Парабельский	-	Cs, Hf, Eu, Yb, Tb, Sc, Ag, Lu, Nd, Ce, Sm, Ba, Au, La	Br, Ta, As, Sr, Th, Fe, Rb, Na, Co
Верхнекетский	Au	Co, Zn, Ag, Ce, Sm, Eu, Nd, U	Br, Fe, Rb, La, Na, Tb, Sr, Sc, Lu, Ba, Cs
Бакчарский	Sm, La, Lu, Co, Ce, Cs, Cr, Th, Sc, Ta, Tb, Eu, Yb, Hf	U, Nd, Fe, Ba, As, Sb	Br, Rb, Zn, Sr, Na, Ag, Au
Первомайский	Ta, Eu, Ce, Co, Hf, Yb, Nd, Sm, Tb, Au, La	Lu, Th, Cr, Zn, Cs, Sc, Br, Fe, As, Ba	Na, Ag, Rb, Sr
Асиновский	-	Au, Br, U	Sr, Ca, Ag
Шегарский	Cr, Sb	Ta, Tb, Zn, Eu, Hf, Cs, Yb	La, Na, Sm, Sr, Ce, Lu, Ca, Sc, Br, Th, As, Nd
Томский	-	Cr	Sb, Hf, Ta, Lu, Nd, Yb, Th, Sr, Sm, La, Zn, Eu, U, Ce, Ca, Cs, Tb, Sc, Ba, Br
Кожевниковский	U, Ag	Ta, Br, Tb, Eu, Th, Hf, Cr, Sc, Yb, Ce, La, Nd, Cs	Sr, Lu, Sm, Ca, As, Co, Rb, Ba, Au

По результатам ИННА, ряска нефтедобывающих районов Томской области (Александровский, Парабельский, Верхнекетский) характеризуется повышенными концентрациями Br, Rb, Ag. Наиболее широкий спектр повышенных значений исследуемых элементов относительно среднего обнаружен для рясковых Бакчарского района и Первомайского районов. Южные районы региона характеризуются повышенными концентрациями группы редкоземельных и радиоактивных элементов в исследуемом растении.

Полученные результаты элементного состава ряски на территории 10 районов Томской области позволили установить внутрорегиональную специфику концентрирования элементов в макрофите. Микроэлементный состав растений семейства рясковых характеризуется высокой информативностью относительно экогеохимического состояния среды произрастания.

Литература

1. Адам А.М. Экология Северного промышленного узла г. Томска. Проблемы и решения. [Текст] / А.М. Адам - Томск: Изд-во ТГУ, 1994. - 260 с.
2. Барановская, Н. В. Региональная специфика элементного состава волос детей, проживающих на территории Томской области / Н.В. Барановская, Д.В. Швецова, А.Ф. Судыко // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2011. – Т. 319. – №. 1. – С. 212-220
3. Рихванов Л. П. и др. Эколого-геохимические особенности природных сред Томского района и заболеваемость населения. - Томск: Курсив, 2006 - 216 с.
4. Черняев, Е. В. Твердые полезные ископаемые Томской области [Текст] /Е.В. Черняев, В. К. Бернатонис, Г. Ю. Боярко // Региональная геология. Геология месторождений полезных ископаемых. – 2001. – С. 361-368.
5. Ekperusi, A. Application of common duckweed (*Lemna minor*) in phytoremediation of chemicals in the environment: State and future perspective [Text] / A. Ekperusi, F. Sikoki, E. Nwachukwu //Chemosphere. – 2019. – Т. 223. – Р. 285-309
6. Favas, P. Biogeochemistry of uranium in the soil-plant and water-plant systems in an old uranium mine [Text] / P. Favas, et al. // Science of the Total Environment. – 2016. – Т. 568. – Р.350-368.
7. Landolt, E. Biosystematic investigations in the family of duckweeds (Lemnaceae), Vol. 4: the family of Lemnaceae-a monographic study, Vol. 2 (phytochemistry, physiology, application, bibliography) [Text] /E. Landolt; R. Kandeler // Veröffentlichungen des Geobotanischen Instituts der ETH, Stiftung Ruebel (Switzerland). – 1987.
8. Sasmaz, M Bioaccumulation of uranium and thorium by *Lemna minor* and *Lemna gibba* in Pb-Zn-Ag tailing water [Text] /M. Sasmaz, E. Obek, A. Sasmaz // Bulletin of environmental contamination and toxicology. – 2016. – Т. 97. – №. 6. – Р. 832-837;

МИНЕРАЛЬНЫЕ И ТЕХНОГЕННЫЕ ЧАСТИЦЫ В СОСТАВЕ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ СНЕГОВОГО ПОКРОВА В РАЙОНЕ РАЗМЕЩЕНИЯ СОРСКОГО ГОК (РЕСПУБЛИКА ХАКАСИЯ)

Беспалова А.И.¹, Белошейкина А.В.²

Научный руководитель – доцент А.В. Таловская¹

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

²ООО «ХАКАСТИСИЗ», г. Абакан, Россия

Горнодобывающая промышленность, достаточно развитая в современном мире, оказывает воздействие на все существующие компоненты геоэкологической среды [3]. При буровзрывных работах на месторождениях, транспортировке добытой руды, пыления отвалов и хвостохранилищ в атмосферный воздух поступает огромное количество пыли. Сорский горно-обогатительный комбинат является одним из крупнейших предприятий по добычи молибдена на территории России [5].

Горно-обогатительный комбинат находится в пределах Батенёвского кряжа в восточной части отрогов Кузнецкого Алатау. По административному районированию расположен на территории Усть-Абаканского района Республики Хакасия, в 105 км к северо-западу от города Абакан, является градообразующим предприятием города Сорска. Российские балансовые запасы меди составляют 92,7 млн т, молибдена - 1956 тыс. т (на 2011 год). Доказанные запасы Сорского месторождения составляют около 58,1 млн. тонн разведанных запасов молибденовой руды, прогнозные запасы - 140,3 млн [5]. На Сорском медно-молибденовом месторождении получают медный и молибденовый концентраты. Главенствующее направление ветра юго-западное. Горные образования средней высоты (от 620 до 1200 м), которыми представлена местность, перемежаются широкими равнинами и короткими ущельями. Сорское месторождение находится на стыке степной, лесостепной и горно-таежной зон, расположено на высоте 850 – 880 м над уровнем моря. Месторождение находится в месте пересечения северо-западной и северо-восточной тектонических зон [5].

К главным источникам воздействия на территории ГОКа относятся: карьер, отвалы, хвостохранилище, обогатительная фабрика, породные отвалы, отстойники оборотного водоснабжения, ТЭЦ, транспортная техника.

В зимнее время года индикатором экологического состояния территории может служить снеговой покров. В ранее проведенных исследованиях на территории Сорского ГОКа были выявлены значения пылевой нагрузки на территорию [1]. Изучение снегового покрова показало неравномерное распределение пылевой нагрузки – она варьировалась от высокой до низкой степени загрязнения (834 и 3,6 мг/(м² в сут.) соответственно). Исходя из этого, становится актуально изучение минерально-вещественного состава пылевых частиц, осевших из атмосферы на снеговой покров.

Целью работы является изучение минеральных и техногенных частиц в составе твердой фазы снегового покрова в зоне влияния Сорского горно-обогатительного комбината – одного из крупных горнодобывающих предприятий в стране.

Отбор снеговых проб производился по стандартной методике [6]. Закладывался шурф на всю мощность снегового покрова, кроме 5 см, прилегающих к почвенному покрову. Вес каждой пробы составлял от 15 до 18 кг. Размер шурфа – 1х1 м². Отбор осуществляли на нескольких ключевых участках: промплощадка (ключевой участок №1), северо-западная часть от хвостохранилища (ключевой участок №2), юго-западная часть от хвостохранилища

(ключевой участок №3), территория г. Сорска (ключевой участок №4), северо-восточная часть от отвала №7 (ключевой участок №5), восточная часть от отвала №8 (ключевой участок №6). В 2016 году было отобрано 35 проб снегового покрова [1]. Также было отобрано 5 проб в фоновом районе, который находится на расстоянии 10 км в юго-западном направлении от месторождения.

Пробы твердой фазы снега для определения минерального состава изучены на рентгеновском дифрактометре (Bruker Phaser D2) в лабораториях МИНОЦ «Урановая геология» ОГ ТПУ. Для анализа была использована истертая до состояния пудры навеска, массой не менее 1 г. Результаты были проанализированы в программе Diffrac.eva с использованием базы дифрактограмм минералов PDF2. Кроме того, проводился анализ проб на бинокулярном стереоскопическом микроскопе Leica EZ4D с видео приставкой согласно запатентованной методике (патент № 2229737) сотрудников каф. ГЭГХ (в н.в. отделение геологии) [4].

Результаты рентгеновской дифрактометрии показали наличие в пробах кристаллической и аморфной фазы (таблица). Кристаллическая фаза представлена кварцем, полевыми шпатами, глинистыми и слюдястыми минералами, которые могут представлять собой минералы вскрышных пород, вероятно поступающие за счет ветрового перенос с объектов предприятия во время добычи, транспортировки и погрузки. Также обнаружены нерудные минеральные фазы молибденита. Аморфная часть твердой фазы снега может отражать присутствие техногенных частиц, представленных выбросами теплоэнергетики.

В пробах с районов всех ключевых участках прослеживается наличие таких минералов как кварц, альбит, мусковит, хлорит, молибденит. На ключевом участке №1 (промплощадка) был обнаружен каолинит, на территории г. Сорска (ключевой участок №4) – кальцит, актинолит и флогопит. Ортоклаз наблюдается на ключевых участках №2 и 3. Преобладающее количество обнаруженных минеральных частиц совпадает с характерным составом вскрышных пород, что возможно является следствием оседания минеральных частиц на снеговом покрове в результате разработки горнодобывающего месторождения. Кроме того, необходимо отметить наличие молибденита на территории г. Сорска, что может быть связано с дальним переносом от объектов месторождения.

Таблица

Минеральный состав проб твердой фазы снега на некоторых ключевых участках Сорского ГОКа, %

Фаза/Минерал	Формула	№ ключевого участка			
		1	2	3	4
Кристаллическая:		79	79,2	78,8	80,2
кварц	SiO ₂	20	15,9	15,7	18,7
альбит	Na[AlSi ₃ O ₈]	20,7	37,3	25,6	28,3
мусковит	KAl ₂ (AlSi ₃ O ₁₀)(OH) ₂	20	12	45,3	15,7
микроклин	K[AlSi ₃ O ₈]	31,5	-	-	23,4
хлорит	(Mg,Fe) ₃ (Si,Al) ₄ O ₁₀ (OH) ₂ · (Mg,Fe) ₃ (OH) ₆	4,7	3,9	5,7	2,9
каолинит	Al ₄ [Si ₄ O ₁₀](OH) ₈	2,7	-	-	-
кальцит	CaCO ₃	-	-	-	4,1
актинолит	Ca ₂ (Mg,Fe) ₅ [Si ₈ O ₂₂](OH) ₂	-	6,3	-	4,4
молибденит	MoS ₂	0,4	0,5	0,3	0,4
флогопит	KMg ₃ [Si ₃ AlO ₁₀]·(F,OH) ₂	-	-	-	2,1
ортоклаз	K(AlSi ₃ O ₈)	-	24,1	7,4	-
Аморфная		21	20,8	21,2	19,8
Пылевая нагрузка, мг/(м ² *сут.) [1]		834	12,8	3,6	111

Примечание: данные рентгеновской дифрактометрии; «-» – не обнаружено

По ранее проведенным исследованиям проб на бинокулярном микроскопе также были найдены минеральные частицы (85%), а также частицы техногенного (15%) происхождения [2]. К природным минеральным типам частиц были отнесены кварц (бесцветные прозрачные частицы разной окатанности), амфибол (имеют игольчатую форму, прямоугольную спайность и черный цвет), слюда (частицы разного цвета, чешуйчатые), полевой шпат (белые и розовые, призматической формы), пирит (частицы кубической формы желтоватого цвета), халькопирит (латунно-желтый оттенок), молибденит (свинцово-серый с жирным металлическим блеском). Кроме этого были выделены частицы техногенного происхождения: угольная пыль (черные частицы уплощенной формы), шлак (частицы черного цвета, бесформенные) [2].

Сопоставление содержания пылевой нагрузки на территорию с минерально-вещественным составом проб твердой фазы снега, отобранных в районе расположения ГОКа и г. Сорска, показало определенную зависимость. Одной из причин высоких значений пылевой нагрузки является наличие угольной пыли, шлака и некоторых нерудных частиц минералов, таких как амфиболы, полевые шпаты, кварц, в твердом осадке снега.

В г. Сорске наблюдается наибольшая доля техногенных частиц по сравнению с другими ключевыми участками Сорского ГОКа, несмотря на то, что минеральный состав практически идентичен. Причиной тому могут являться выбросы местных котельных, работающих на угле. Небольшая разница в минеральном составе г. Сорска может быть связана с использованием противооголодных мероприятий на территории города.

Таким образом, в результате проведенных исследований в пробах твердого осадка снега были обнаружены частицы природного и техногенного происхождения, вносящие свой вклад в формирование пылевой нагрузки в районе исследования.

Литература

1. Белошейкина А. В. Оценка загрязнения территории Сорского горно-обогатительного комбината (Республика Хакасия) по данным исследования снежного покрова [Текст] / А. В. Белошейкина, А. В. Таловская // 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. 701-702.
2. Беспалова А.И. Оценка уровня пылевого загрязнения снегового покрова на территории горно-обогатительного комбината (Республика Хакасия) [Текст] / А.И. Беспалова, А.В. Таловская, Е.Г. Язиков // Экологические проблемы. Взгляд в будущее: сборник трудов IX Международной научно-практической конференции. — Ростов-на-Дону. - Таганрог, 2020. — С. 61-65.
3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady
4. Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв: монография [Текст] / Е.Г Язиков, А.В. Таловская, Л.В. Жорняк. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. — 264 с.
5. Пат. 2229737 Российская Федерация. Способ определения загрязненности снегового покрова техногенными компонентами [Текст] / Е.Г. Язиков, А.Ю. Шатилов, А.В. Таловская; заявитель и патентообладатель Томский политехнический университет. - № 2002127851; опубли. 27.05.2004.
6. Путеводитель по району геоэкологической практики в Хакасии: учебное пособие [Текст] / Л.П. Рихванов, Е.Г. Язиков, С.И. Арбузов, А.Ю. Шатилов, В.Г. Язиков, В.М. Худяков. — 3-е изд. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. — 91 с.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ СНЕГОВОГО ПОКРОВА ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ Г. ЮРГА)

Будаева Ю.С.

Научные руководители: доцент А.В. Таловская, ассистент Е.С. Торосян

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Количественная и качественная характеристика состояния воздушной среды зависит от промышленных предприятий территории, а также оказывает влияние на состояние органов дыхательной и кровеносной систем у населения [8]. В г. Юрга функционирует комплекс разноплановых производств (свыше 60% выбросов загрязняющих веществ приходится на обрабатывающий сектор – машиностроение, металлургия, производство строительных материалов). Немаловажное воздействие оказывается при эксплуатации тепловых котлов на ТЭЦ, ответственную за обеспечение теплом жилых и производственных помещений города.

Цель работы – анализ геохимических особенностей твердой фазы снегового покрова с территории г. Юрга. Снеговой покров – природная среда накопления загрязняющих веществ из атмосферного воздуха в течение длительного зимнего периода, он активно используется исследователями в работах в городах [3, 7, 9, 11].

Снегогеохимическая съемка по регулярной сети со сгущением и разрежением точек в зависимости от доступности снега на территории г. Юрга проводилась в 2016 году сотрудниками Юргинского филиала ТПУ (ассистент Торосян Е.С.). Отбор осуществлялся согласно методике создания шурфа. Всего было отобрано 46 проб. Объектом исследования являлись пробы твердой фазы снега, подготовка которых проводилась в соответствии с методическими рекомендациями и включала последовательное таяние снега, очистку снеготалой воды от крупных посторонних включений, фильтрацию через фильтры типа «синяя лента». Пробы сушили при комнатной температуре, затем взвешивались и пропускались через сито с диаметром ячейки 1 мм [2, 5, 10].

Твердая фаза снега с территории г. Юрга была проанализирована инструментальным нейтронно-активационным анализом на базе исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т НИ ТПУ (аналитики Судыко А.Ф., Богутская Л.В.). В результате выполнения анализов были определены содержания 28 химических элементов.

Проводился расчет следующих показателей для твердой фазы снегового покрова. Коэффициент концентрации рассчитывался по формуле: $K_c = C/C_{\phi}$, где C – концентрация химического элемента в пробе (мг/кг); C_{ϕ} – фоновая концентрация элемента (мг/кг) [2, 5].

Для расчета коэффициента концентрации использовались данные по региональному фону [1, 11], для Zn, Nd, As, Hg – локального фона [9, 12].

Суммарный показатель загрязнения рассчитывался по формуле: $Z_c = \sum K_c - (n - 1)$, где n – число элементов с $K_c > 1$ [2, 5]. По значению суммарного показателя загрязнения можно определить степень загрязнения снегового покрова в соответствии с принятой градацией [2, 5]: низкая (менее 64), средняя (64-128), высокая (128-256) и очень высокая (более 256). Данные по содержанию ртути в пробах представлены в соответствии с [66].

В твердой фазе снегового покрова территории г. Юрга наиболее высокие коэффициенты концентрации по сравнению с фоном приходятся на редкоземельные и радиоактивные элементы, а также ряд тяжелых металлов (таблица).

На территории г. Юрга значение суммарного показателя загрязнения повсеместно указывает на высокую степень загрязнения снегового покрова и опасный уровень заболеваемости в соответствии с градациями [2, 3, 5].

Более высокие значения СПЗ в снеге приурочены к районам малоэтажной застройки вблизи промышленной зоны, где размещаются машиностроительный и ферросплавный заводы, а также ТЭЦ, работающая на угле (таблица). Основной вклад в образование anomalно высоких СПЗ вносят редкоземельные элементы, Zn, Ba, Co, Ta, Na, U.

Минерально-вещественный анализ проб твердой фазы снега из окрестностей промышленной зоны г. Юрга показал наличие в них большого количества металлических и алюмосиликатных микросферул, а также металлических частиц, содержащих оксиды железа [1]. По литературным данным, в процессе функционирования машиностроительных заводов и металлообрабатывающих производств в атмосферный воздух выбрасывается Fe, Cr и Co [4]. Поэтому были построены карты-схемы пространственного распределения этих элементов (рис.). На карте распределения железа с повышенным уровнем по сравнению со среднегородским содержанием выделяется промзона, откуда элемент распространяется в форме взвешенных частиц в прилегающий к ней частный сектор.

Таблица

Средние значения коэффициентов концентрации элементов в твердой фазе снега и суммарный показатель загрязнения (СПЗ) на территории г. Юрга и в окрестностях её промышленной зоны

K _c	< 1	от 1 до 3	от 3 до 5	от 5 до 10	от 10 до 15	> 15	СПЗ
г. Юрга	As, Br, Au	Ca, Cr, Fe, Zn, Rb, Sb, Cs, Nd, Eu, Hg	Na, Sc, Co, Lu, Hf	Sr, Ta, Th	Ba, La, Ce	Sm, Tb, Yb, U	179
Промышленная зона	As, Br, Sb, Au	Ca, Cr, Fe, Co, Zn, Rb, Cs, Nd, Eu, Hg	Na, Sc, Lu, Hf, Ta	Sr, Th	Ba, Ce	La, Sm, Tb, Yb, U	182

Ореолы содержания кобальта выше среднего по городу распространены в окрестностях машиностроительного завода и прилегающих дачных участках. Хром распространён в пробах из промзоны, а также вблизи гаражного комплекса на востоке города. В западной части города есть ореол высоких содержаний этих элементов, что может быть связано с эксплуатацией железнодорожных путей.

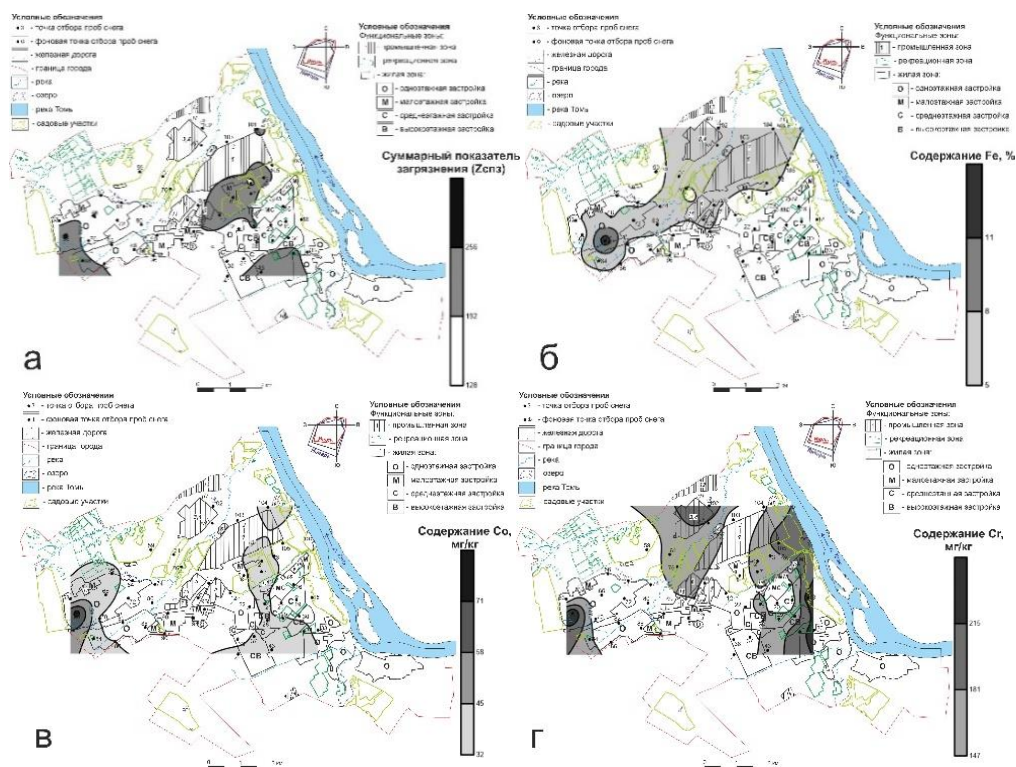


Рис. Карта-схема пространственного распределения суммарного показателя загрязнения (а) и содержаний Fe (б) в %, Co (в) и Cr (г) в мг/кг в снеговом покрове на территории г. Юрга

Примечание: промышленные предприятия промзоны (1-6): 1,5 – машиностроительный завод, 2 – ТЭЦ, 3 – ферросплавный завод, 4 – абразивный завод (закрылся в 2012 г.), 6 – завод по производству минеральной ваты и теплоизоляционных материалов.

Таким образом, снеговой покров в г. Юрга накапливает химические элементы, характерные для выбросов от предприятий машиностроения и металлообработки. С загрязненных районов города элементы могут перемещаться в другие районы в составе взвешенных частиц.

Литература

1. Будаева, Ю.С. Техногенные частицы в твердом осадке снега как индикаторы загрязнения городской территории (г. Юрга, Кемеровская область) [Текст] / Ю.С. Будаева, А.В. Таловская // Геоэкология: теория и практика: сборник научных трудов Всероссийской студенческой конференции с международным участием. – М: РУДН, 2020. – С. 72 – 80.
2. Геохимия окружающей среды [Текст] / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
3. Касимов, Н.С. Геохимия снежного покрова в Восточном округе Москвы [Текст] / Н.С. Касимов, Н.В. Кошелева, Д.В. Власов, Е.В. Терская // Вестник Московского ун-та. Сер. 5: «География». – 2012. – № 4. – С. 14 – 24.
4. Конструкционные материалы, используемые в машиностроении [Текст] уч. пособие / Е.В. Агеева, А.А. Горюхов. – Курск: Изд-во «Университетская книга», 2014. – 127 с.
5. Методические рекомендации, по геохимической оценке, загрязнения территории городов химическими элементами. М.: ИМГРЭ, 1982. 112 с.
6. Оценка ртутной нагрузки на территорию г. Юрга по данным изучения снежного покрова [Текст] / Е.С. Торосян, А.В. Таловская, Е.А. Никулина, Е.Г. Язиков, Е.Е. Ляпина // Современные направления развития геохимии: материалы Всероссийской конференции с международным участием. – Иркутск, 2017. – С. 132 – 133.
7. Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв: монография [Текст] / Е.Г. Язиков, А.В. Таловская, Л.В. Жорняк. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 264 с.
8. Петров, Б.С. Эколого-эпидемиологическая оценка влияния взвешенных веществ в атмосферном воздухе на развитие болезни системы кровообращения [Текст] / Б. С. Петров // Экология человека. – Архангельск, 2011. - № 6. – С. 3 – 7.
9. Ртуть в пылеаэрозолях на территории г. Томска [Текст] / А.В. Таловская [и др.] // Безопасность в техносфере. – М., 2012. – № 2. – С. 30 – 34.
10. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186-89. Введ. с 01.07.1991. М.: Росгидромет, 1991. 693 с.
11. Филимоненко, Е.А. Минералогия пылевых аэрозолей в зоне воздействия промышленных предприятий г. Томска [Текст] / Е.А. Филимоненко // Фундаментальные исследования. – М., 2013. – № 8. – С. 760 – 765.
12. Филимоненко, Е.А. Эколого-геохимическая обстановка в районах расположения объектов теплоэнергетики по данным изучения нерастворимой и растворимой фаз снега (на примере Томской области) [Текст]: дис. ... канд. геол.-мин. наук. / Филимоненко Екатерина Анатольевна – Томск, 2015 г. – 152 с.
13. Шатилов, А. Ю. Вещественный состав и геохимическая характеристика атмосферных выпадений на территории Обского бассейна: [Текст] дис. ... канд. геол.-мин. Наук. / Шатилов Алексей Юрьевич – Томск, 2001. – 24 с.
14. Язиков, Е.Г. Экогеохимия урбанизированных территорий юга Западной Сибири [Текст]: автореферат дис... д-ра геол.-мин. наук / Язиков Егор Григорьевич. - Томск, 2006. – 47 с.

ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ПЫЛЕАЭРОЗОЛЬНЫХ ВЫПАДЕНИЙ ПО ДАННЫМ ПОСЛОЙНОГО АНАЛИЗА СНЕГОВОГО ПОКРОВА

Бучельников В.С.

Научный руководитель - профессор Е.Г. Язиков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

С ростом загрязнения атмосферы возрастает значимость изучения примесей, содержащихся в ней. Воздушные массы, содержащие различные загрязнения, распространяют их по всей биосфере.

Особую актуальность в последнее время приобрело изучение аэрозольных частиц атмосферы, поступающих при работе промышленных предприятий, в то же время особенности переноса элементов от техногенных источников на данный момент недостаточно изучены [3].

На основе метеоинформации, с сайта rogodaiklimat.ru, были получены данные по ветровому режиму и снегонакоплению на обсерватории «Фоновая». Анализ ветрового режима показал преобладание южного и юго-западного направлений, что является характерной особенностью данной территории данной территории. Процесс осадконакопления шел в течение всего периода, но наибольшие выпадения приходится на период с конца октября по середину декабря

С целью изучения особенностей перемещения воздушных масс в точку отбора применялся метод обратных траекторий с помощью модели HYSPLIT с их построением для высот 500, 1000 и 1500 метров за 72 часа.

Построение обратных траекторий в модели HYSPLIT показало, что движение воздушных масс в район исследования в течение рассматриваемого периода осуществлялось по различным направлениям: в течение октября-ноября преобладало западное и юго-западное направление, в декабре преобладающим было северо-западное направление (рис.1). Во второй половине зимнего периода преобладающим становится южное и юго-западное направление.

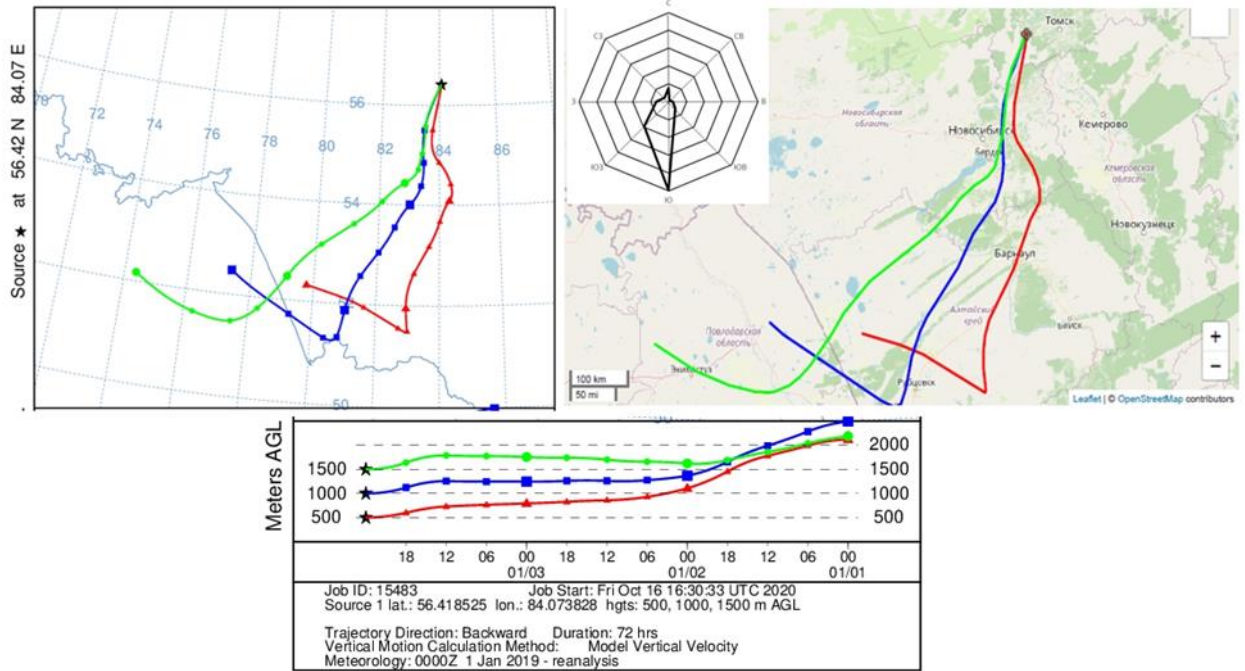


Рис. 1 Наиболее распространенный тип обратных траекторий и роза ветров в течение исследуемого периода

В течение зимнего периода 2018-2019 гг. на обсерватории «Фоновая» института оптики атмосферы имени В.Е. Зуева было проведено два послонных отбора: 25 января и 15 марта 2019 г. Отбор проводился с помощью послонного снегоотборника, разработанного М.П. Тентюковым (рис.2) [1]. Отбор проводился на максимально возможную глубину снегового покрова, с последующим описанием зернистости снега.

Пробоподготовка включала в себя взвешивание проб с последующим растапливанием снега. В полученной воде с помощью портативного рН-метра проводились замеры водородного показателя и электропроводности, после чего проводилась фильтрация снеговой воды через фильтры «белая лента» для получения твёрдого осадка, который исследовался на сканирующем электронном микроскопе.

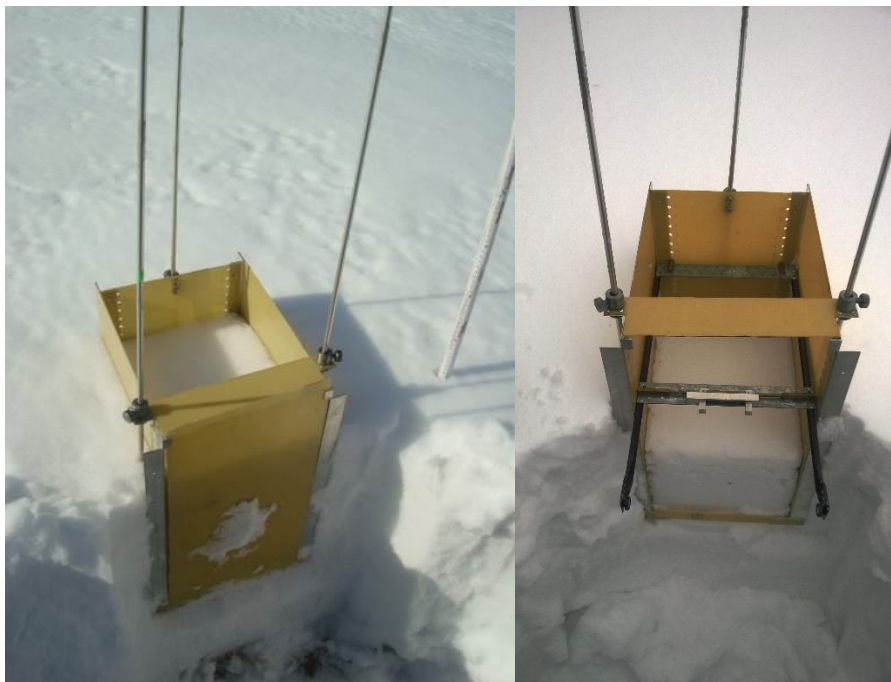


Рис. 2 Послонный снегоотборник

В результате исследования твёрдого осадка снеговых слоёв на электронном микроскопе, обнаруженные минеральные фазы были поделены на две группы: общераспространенные, характерные для всех слоёв и отмеченные по результатам исследования проб за оба периода, и специфические, разово встречавшиеся только в определенном слое.

К первому типу можно отнести как частицы алюмосиликатного состава природного происхождения (кварц, полевые шпаты и др.), так и железистые алюмосиликатные микросферулы, присутствие которых может объясняться влиянием объектов, расположенных на урбанизированных территориях [2].

В результате исследований снегового покрова на фоновой станции послойным методом установлено, что с течением времени структура и количество слоёв претерпевали изменения.

Средние значения водородного показателя изученных проб соответствуют значениям для незагрязненных осадков, установленных для Западной Сибири.

Особенности ветрового режима территории и траекторный анализ показали, что на протяжении всего периода от момента формирования снегового покрова до отбора проб преобладали ветры южного-юго-западного направлений, аналогичный характер имело и основное направление движения воздушных масс.

Исследование минерального состава твёрдого осадка снеговых слоёв показало присутствие в них как общераспространенных частиц, имеющих природное происхождение, так и ряда частиц-индикаторов промышленных предприятий, расположенных в других регионах.

Литература

1. Пат. 2411487 Российская Федерация, МПК G 01 N 1/04. Снегоотборник Тентюкова / Тентюков М.П.; заявитель и патентообладатель Институт биологии Коми НЦ УрО РАН. - N 2009131266/05; заявл. 17.08.2009; опубл. 10.02.2011, Бюлл. № 4. – 9 с.: ил.
2. Таловская, А.В. Динамика элементного состава снегового покрова на территории северо-восточной зоны влияния Томск-Северской промышленной агломерации [Текст] / А.В. Таловская, Е.А. Филимоненко, Е.Г. Язиков // Оптика атмосферы и океана. - 2014. - Т. 27. - № 6. - С. 491-495.
3. Юркевич, Н.В. Химический состав снегового покрова в зоне влияния промышленных предприятий: источники загрязнения и формы переноса элементов [Текст] / Н.В. Юркевич, О.П. Саева, Е.П. Бессонова, С.Б. Бортникова, Н.А. Абросимова, А.Ю. Девятова // Интерэкспо Гео-Сибирь. - 2014. - Т. 2. - № 3. - С. 169-174.

АНАЛИЗ ЖИДКОЙ ФАЗЫ ПРОБ СНЕГОВОГО ПОКРОВА В РАЙОНАХ РАСПОЛОЖЕНИЯ ЦЕМЕНТНЫХ ЗАВОДОВ (НА ПРИМЕРЕ КЕМЕРОВСКОЙ И НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТЕЙ)

Володина Д.А.

Научные руководители: профессор Е.Г. Язиков, доцент А.В. Таловская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Производство цемента сопровождается выбросом пыли, которая в зимнее время оседает на снеговой покров и аккумулируется в нем, а весной при таянии осевшие частицы со снеготалой водой могут поступать в почвы, поверхностные и подземные воды. Изучением элементного состава снеготалой воды занимаются многие исследователи [1, 4, 5].

Целью работы - исследование элементного состава жидкой фазы снегового покрова из окрестностей цементных заводов Новосибирской и Кемеровской областей и сравнение полученных значений с данными твердой фазы снегового покрова.

Отбор проб снежного покрова производился в феврале 2016 и марте 2019 года в жилых частях города и зоне влияния цементных заводов Кемеровской и Новосибирской областей, согласно векторной системе методом шурфа. Суммарно было отобрано 15 и 16 проб, соответственно. Работы по отбору и проб снежного покрова выполнялись согласно методическим рекомендациям [2, 3, 6]. Процесс подготовки проб снегового покрова к дальнейшему анализу включает таяние при комнатной температуре, отстаивание, декантацию и фильтрацию снеготалой воды через бумажные фильтры (тип «синяя лента»), которые просушиваются вместе с веществом.

Анализ проб жидкой фазы снегового покрова был произведен методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС) в химико-аналитическом центре «Плазма» (содержание 69 химических элементов).

Обработка полученных результатов заключалась в расчете коэффициента распределения ($K_{распред}$) химических элементов, который показывает формы нахождения химических элементов в снежном покрове и определяется как логарифм отношения содержания химического элемента в составе твердой фазы снежного покрова к жидкой фазе. Для определения баланса между нахождением химических элементов в составе твердой и жидкой фаз снежного покрова были рассчитаны процентные доли содержания химических элементов в твердой и жидкой фазе проб снежного покрова. Процентная доля содержания химического элемента в твердой фазе снежного покрова определяется отношением произведения массы химического элемента в твердой фазе снежного покрова и 100 к массе химического элемента в составе всей пробы снежного покрова. Процентная доля содержания химического элемента в жидкой фазе снежного покрова определялась как разность между 100 и процентной долей содержания химического элемента, приходящейся на твердую фазу снега.

Результаты расчета коэффициентов распределения химических элементов по соотношению их в твердой и жидкой фазе снежного покрова представлены в таблице.

О преобладании химических элементов в жидкой фазе снегового покрова показывают коэффициенты распределения со значениями меньше 0. Значения коэффициентов распределения от 0 до 1 формируют группу химических элементов с преобладанием содержаний элементов в твердой фазе в 10 раз выше, чем в жидкой. При преобладании химических элементов в твердой фазе снега над жидкой от 10 до 20 раз значения коэффициентов распределения варьируются от 1 до 2. Химические элементы с содержаниями в 20-30 раз больше в твердой фазе снега, чем в жидкой соответствуют значениям коэффициентов распределения от 2 до 3.

Таблица

Коэффициенты распределения химических элементов в системе «твердая фаза снега – жидкая фаза снега» в районах расположения предприятий по производству цемента

Территория	Красп			
	<0	0 - 1	1 - 2	2 - 3
Фон*	Fe, Zn, As, Sr, Cd, Sb, W, Pb	Be, Na, Al, Ca, Ti, Ni, Ga, Se, Mo, Sn, Ba, Gd, Er, Tm, Yb, Hf, Hg, Bi, U	Li, Mg, P, Sc, V, Cr, Co, Cu, Ge, Rb, Y, Zr, Nb, In, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Tb, Dy, Ho, Lu, Ta, Th	Si, Mn, Cs, Tl
Цементный завод (Новосибирская область)	P, Sc, Co, Ni, Ga, Y, Pr, U	V, Ge, Se, Zr, La, Sm, Tm	Li, Be, Na, Mg, Al, Ti, Cr, Mn, Cu, As, Rb, Sr, Nb, Mo, Cd, Sb, Cs, Ba, Ce, Nd, Eu, Gd, Tb, Ho, Lu, Ta, W, Hg, Pb, Th	Si, Ca, Fe, Zn, In, Sn, Dy, Er, Yb, Hf, Tl, Bi
Цементный завод (Кемеровская область)	Sb	Sc, Ni, Rb, Mo, Hg	Na, Si, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Co, Se, Sr, Y, Zr, Nb, Sn, Cs, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Gd, Dy, Ho, Er, Yb, Hf, W, Tl, Th	Li, Be, Mg, Al, P, V, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Cd, In, Eu, Tb, Tm, Lu, Ta, Pb, Bi, U

Примечание: фон* - Обсерватория «Фоновая» ИОА СО РАН (данные Таловской А.В., Филимонок Е.А.)

В пробах снегового покрова из районов расположения Искитимского цементного завода для Li, P, Sc, V, Cr, Mn, Co, Ni, Ga, Ge, Se, Y, Zr, Nb, Ag, Cs, La, Ce, Pr, Sm, Eu, Tb, Ho, Tm, Yb, Ta, Th, U наблюдается тенденция к уменьшению коэффициентов распределения между твердой и жидкой фазами снегового покрова относительно фона. В то же время большинство элементов-индикаторов цементной промышленности таких как Be, Na, Al, Ca, Fe, Cu, Zn, As, Cd, Sb, Ba, Hg, Tl, Pb [5], а также Bi, Mg, Si, Ti, Rb, Sr, Mo, In, Sn, Nd, Gd, Dy, Er, Yb, Lu, Hf, W, Au имеют тенденцию к увеличению коэффициентов распределения по отношению к фоновым значениям. Для проб снегового покрова из района расположения цементного завода Кемеровской области отмечается увеличение коэффициентов распределения для всех химических элементов, кроме Si, Sc, Cr, Ni, Rb, Cs и Tl.

Расчет балансовых соотношений твердой и жидкой фаз химических элементов показал, что выделяется 4 группы элементов. В пробах снегового покрова из окрестностей цементного завода Новосибирской области с умеренным преобладанием жидкой фазы (> 75% от общей массы снега) над твердой относятся P, Sc, Ag, в пробах из окрестностей цементного завода Кемеровской области такие химические элементы отсутствуют. Группа химических элементов с преобладанием их в твердой фазе из района размещения цементного завода Новосибирской области, входят Ni, Ga, Y, Re, а в Кемеровской области – Sc, Ni, Au, Hg. К группе химических элементов с очень высоким преобладанием твердой фазы (>90% от общей массы снега) над жидкой в окрестностях цементного завода Новосибирской области относятся Na, Ca, Ti, Cu, As, Cd, Sb, Ba, Pb, все остальные химические элементы входят в группу с высоким преобладанием твердой фазы (75-90 % от общей массы снега) над жидкой. В пробах из района расположения цементного завода Кемеровской области основная масса химических элементов сконцентрирована в группе с очень высоким преобладанием твердой фазы (> 90 % от общей массы снега) над жидкой, а в группу химических элементов с высоким преобладанием твердой фазы (75-90 % от общей массы снега) над жидкой входят Sc, Rb, Mo (Рисунок).

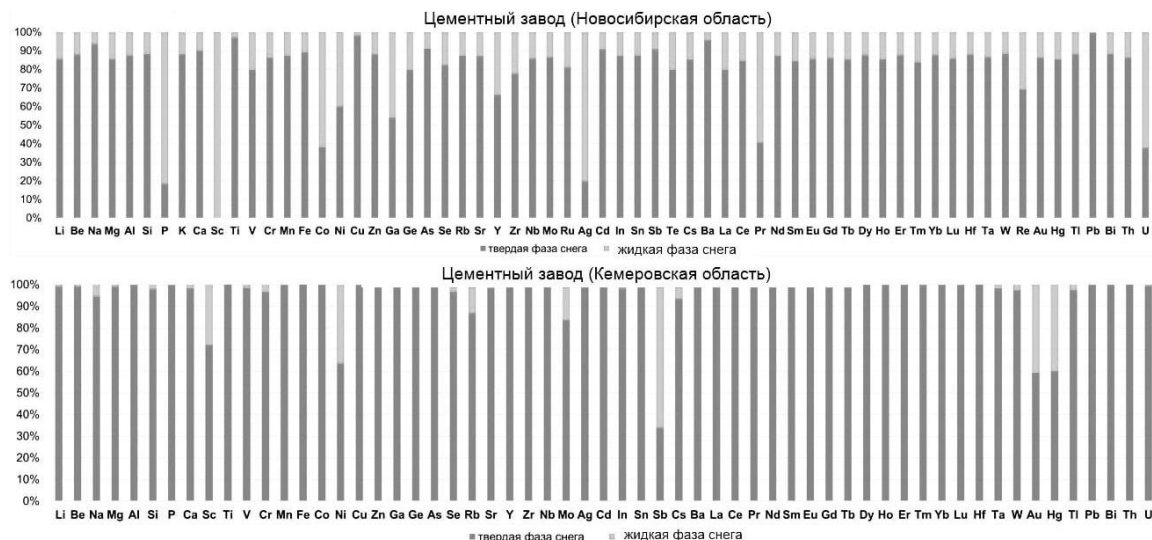


Рис. Балансовые соотношения химических элементов между жидкой и твердой фазами снега из окрестностей цементных заводов

Таким образом, в результате был определен химический состав жидкой фазы снегового покрова. Расчет коэффициентов распределения ($K_{расп}$) показал, что большая часть химических элементов исследуемых территорий преобладают в твердой фазе над жидкой от 10 до 20 раз. По результатам расчета балансовых соотношений в пробах из района расположения цементного завода Кемеровской области большая часть химических элементов сосредоточена в группе с очень высоким преобладанием химических элементов в твердой фазе над жидкой, а в пробах из Новосибирской области в группе с высоким преобладанием химических элементов в твердой фазе над жидкой.

Литература

1. Бортникова, С. Б. Методы анализа данных загрязнения снегового покрова в зонах влияния промышленных предприятий (на примере г. Новосибирск) [Текст] / С. Б. Бортникова, В. Ф. Рапуга, А. Ю. Девятова и др. // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геоэкология. – 2009. – № 6. – С. 515–525.
2. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
3. Геохимия снежного покрова в Восточном округе Москвы [Текст] / Н.С. Касимов, Н.В. Кошелева, Д.В. Власов, Е.В. Терская // Вестник Московского ун-та. Сер. 5: «География». - 2012. - № 4. - С. 14–24.
4. Маркова, Ю. Л. Оценка воздействия промышленности и транспорта на экосистему национального парка «Лосиный остров» [Текст]: автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук: 25.00.09 / Маркова Юлия Леонидовна. – Москва, 2003. – 24 с.
5. Производство цемента, извести и оксида магния [Текст]: справочный документ по наилучшим доступным технологиям / Институт по исследованию перспективных технологий; сост. Вартамян М.А., Захаров А.И., Гусева Т.В. и др. – 2009. – 437 с.
6. Химический состав снегового покрова в зоне влияния промышленных предприятий: источники загрязнения и формы переноса элементов [Текст] / Н.В. Юркевич, О.П. Саева, Е.П. Бессонова, С.Б. Бортникова, Н.А. Абросимова, А.Ю. Девятова // ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ. – 2014. – Т.2. - № 3. – С. 169-174
7. Язиков Е. Г. Разработка методологии комплексной эколого-геохимической оценки состояния природной среды (на примере объектов юга Западной Сибири) [Текст] / Е.Г. Язиков // Известия Томского политехнического университета. - 2011. – Т. 304. – Вып. 1. – С. 325-336

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ГОРНО-ДОБЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ Г. ЗАКАМЕНСК

Воронина Ю.С.

Научный руководитель - профессор А.М. Плюснин
Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия

Вопросы накопленного экологического ущерба и его ликвидации занимают одно из главных мест при определении воздействия на окружающую среду. Отходы, образовавшиеся в процессе хозяйственной деятельности, являются одним из основных источников накопленного экологического ущерба [3]. Рассмотрим влияние горнодобывающей промышленности на окружающую среду на примере г. Закаменск в Республике Бурятия.

Закаменский район располагается на юго-западе Республики Бурятия, карта-схема которого представлена на рисунке.



Рис. Закаменский район Республики Бурятия

Территория Закаменского района включает в себя крупные месторождения редких полезных ископаемых, среди которых наиболее распространённые в данной местности – это вольфрам и молибден (месторождения Инкур и Холтосон).

Заключенные в песках хвостохранилища поровые воды сформировали кислую агрессивную среду, накопив в растворах различные химические элементы.

Отходы добывающей деятельности располагаются в приводораздельной части водосбора рек Модонкуль, Мыргеншено. Они представляют собой крупноглыбовый материал с вкраплениями флюорита, пирита и др. рудных минералов. В Забайкальских условиях в летний период в межглыбовом пространстве происходят процессы конденсации влаги. Атмосферные осадки и конденсационные воды, взаимодействуя с рудной минерализацией, формируют подрусловую и поверхностный химический сток в ручьях, впадающих в выше названные реки.

В рассматриваемой природно-техногенной системе происходят процессы интенсивной миграции многочисленных компонентов, в следствие чего минерализация поверхностных вод достигает концентрации сотни миллиграмм на литр. Высокая минерализация сосредоточена в грунтовых водах правого берега р.Модонкуль, которые подвержены воздействию отходов переработки руд. Подземные воды хвостохранилища и горных выработок имеют минерализацию 1 г/л. Продукты окислительного разложения сульфидов и других рудных минералов дают основной вклад в общую минерализацию подземных и поверхностных вод. Среди макрокомпонентов высокие концентрации имеются у фторид- и сульфат-ионы. Очень высокие содержания марганца и железа обнаруживаются во всех типах вод. Среди других тяжелых металлов высокие концентрации наблюдаются у цинка и меди. В поровых водах хвостохранилища установлена наиболее высокая концентрация микроэлементов и минерализация вод [1].

Содержание вредных веществ в отходах производства Джидинского вольфрам-молибденового комбината оказывают негативное влияние на жизнь и здоровье людей, проживающих в Закаменском районе. Подтверждение тому проведенные многочисленные исследования, мониторинг изменения качества здоровья населения. Совместная работа специалистов Геологического института Сибирского отделения Российской академии наук и их коллег из США доказывает токсическое воздействие твердых частиц из проб пыли вблизи Джидинского

вольфрам-молибденового комбината на живые организмы. Данный факт был доказан испытаниями на мышах, которые подвергались воздействию твердых частиц через ротоглоточную аспирацию, что вызывало воспаление легких. Загрязнение воздуха частицами, которые содержат в себе тяжелые металлы, приводит широкому спектру последствий на здоровье человека, включая сердечно-сосудистые, респираторные заболевания, а также заболевания центральной нервной системы [2].

Научно-обоснованные данные подтверждаются также социологическим опросом населения г. Закаменск, в котором приняло участие 90 человек. Из них – 69 женщин (76,7 %), 21 мужчин (23,3%).

Выборка респондентов производилась по возрасту от 16 до 60 и более лет, в нашем случае преобладающее количество опрошиваемых в возрасте от 16-29 лет. Большинство (43,3%) – это представители государственной и гражданской службы, учителя, врачи и тд.

56,7% респондентов считают экологическую ситуацию своего района «неблагоприятной», это также сопровождается тем, что администрация города недостаточно уделяет внимания данной проблеме, не проводятся программы рекультивации и озеленения территорий, на которых это требуется. Также население жалуется на приобретенных за последние 10-15 лет заболевания органов дыхания, кожи, всевозможные аллергии.

В ходе опроса вопросы задавались исключительно те, на которые можно было ответить некомпетентному человеку, то есть оценка ситуации, опирающаяся на наблюдения в изменении окружающей среды самих жителей города.

Территория Закаменского района официально не признана зоной экологического бедствия. Перемещение небольшой части отходов лишь усугубило экологическую ситуацию – зона загрязнения расширилась, тем самым появился новый источник опасности.

Согласно ФЗ № 52 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», каждый гражданин обладает правом на безопасную и благоприятную среду обитания, факторы которой не оказывают на него негативного влияния, поэтому жители г. Закаменска могут претендовать на:

- Санаторно-курортное восстановление, бесплатную медицинскую помощь, проведение противозидемических и гигиенических мероприятий для снижения риска их жизни и здоровья;
- Бесплатное приобретение лекарственных средств, иммунобиологических препаратов и изделий медицинского назначения на льготных условиях;
- Медико-генетическое обследование и консультации при вступлении в брак.

Для реализации вышеперечисленных пунктов важно привлечение общественности к данной проблеме с целью поиска инвестиций, кроме государственных, необходима поддержка отечественных и зарубежных экспертов для приобретения и освоения новых усовершенствованных технологий, направленных на минимизацию и ликвидацию накопленного экологического ущерба.

Литература

1. Ледащева, Т.Н. Анализ зарубежного опыта решения проблем накопленного экологического ущерба [Текст] / Т.Н. Ледащева, Д.А. Чернышев // Наукоедение. - 2014. - № . - С. 2 – 4.
2. Плюсин, А.М. Редкие земли в поверхностных и подземных водах на территории размещения вольфрамодобывающего производства Забайкалья [Текст] / А.М. Плюсин, В.В. Дабаева // Геохимия. - 2020. - № 7. - С. 711 – 728.
3. Katherine E. Zychowski. Toxic Effects of Particulate Matter Derived from Dust Samples Near the Dzhdinski Ore Processing Mill, Eastern Siberia, Russia [Text] / E., Katherine Zychowski// Cardiovascular Toxicology. - 2019. - № 19. – P. 401 – 411.

МЕТОДЫ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ФИЛЬТРАТА ПОЛИГОНОВ ТКО

Горбулина А.Р.

Научный руководитель - старший преподаватель А.В. Алексеенко
Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

В России ежегодно образуется большое количество твердых коммунальных отходов (ТКО). Только в 2019 году объем их образования составил 304,4 млн м³ [3]. Коммунальные отходы могут направляться на мусоросжигающие и мусороперерабатывающие заводы, однако традиционно большая их часть депонируется на полигонах или же на несанкционированных свалках. Если количество отходов, завезенных на легальные полигоны, можно отследить, то масштабы территорий, заваленных отходами без какой-либо защиты от вредного воздействия разлагающейся органики, точно определить невозможно.

Отходы негативно воздействуют на окружающую среду. Продукты, образующиеся при их разложении, способны проникать в почвенный слой, а также в подземные и поверхностные воды, что может привести к попаданию потенциально токсичных веществ в организмы людей и животных. Свалочный газ, в свою очередь, загрязняет атмосферный воздух метаном, углекислым газом и др. Не стоит забывать и о неприятных запахах, которые могут распространяться на несколько километров и беспокоить местных жителей.

В связи с тем, что проблема попадания вредных веществ в окружающую среду при разложении отходов не является полностью решенной, рассматриваются различные методы предотвращения подобного воздействия. Так, например, на этапе проектирования полигонов ТКО должны быть предусмотрены системы сбора и очистки фильтрата и биогаза. Несанкционированные свалки должны быть ликвидированы, а на их месте – проведена комплексная рекультивация.

В процессе гниения отходов происходит образование токсичной жидкости, которую принято называть фильтратом. На течение данного процесса большое влияние оказывает наличие влаги, изначально содержащейся в отходах, а также поступающей извне в виде атмосферных осадков. Зная примерные объемы поступающей и испаряющейся влаги, можно рассчитать количество накопленной жидкости и, кроме того, предсказать масштабы образования фильтрата.

При разложении отходов органические и неорганические компоненты переходят в раствор и могут мигрировать на большие расстояния, в связи с чем крайне необходимо строительство механических барьеров. В настоящее время при организации нового полигона ТКО производят изоляцию его тела от поверхности земли. Тем не менее, определенная часть фильтрата может просачиваться сквозь днище и боковые откосы и впоследствии приводить к загрязнению грунта и подземных вод.

Одной из целей рекультивации полигона ТКО является переработка фильтрата. Этот процесс сводится к удалению из него примесей, опасных для человека и окружающей полигон экосистемы. При выборе подходящего метода обезвреживания фильтрата важно учитывать его состав и экономическую целесообразность применения того или иного способа.

Среди наиболее опасных примесей фильтрата можно выделить тяжелые металлы, органические вещества (например, фульво- и гуминоподобные кислоты), а также неорганические макрокомпоненты (ионы кальция, калия, аммония и т. д.) [1]. Важно понимать, что состав фильтрата может изменяться в зависимости от морфологии разлагающихся на полигоне отходов, климатических условий и жизненного цикла полигона. В связи с этим, на сегодняшний день не существует универсального метода переработки фильтрата.

На выбор метода переработки фильтрата оказывает влияние его возраст. «Молодому» фильтрату свойственны высокие значения ХПК (500-60000 мгО₂/л) и БПК₅ (200-40000 мгО₂/л). Он образуется в первые годы разложения отходов и может существовать на протяжении 5-10 лет. С течением времени содержание органического углерода уменьшается, следовательно, и значения ХПК (3000-4000 мгО₂/л) и БПК₅ (100-400 мгО₂/л) [1]. Это так называемый «старый» фильтрат, который образуется в основном на постэксплуатационном этапе. Из-за этих и многих других различий важно понимать, что некоторые методы могут быть неэффективны для «молодого» фильтрата, но действенными для «старого». И наоборот.

При выборе наиболее подходящего метода обезвреживания руководствуются определенными соображениями. Так, например, считается, что идеальная система по обезвреживанию фильтрата должна быть:

1) Способной извлекать большое количество вредных веществ, то есть иметь комплексное воздействие на компоненты фильтрата;

2) Применимой для фильтрата различного состава и концентраций;

3) Максимально эффективной при наименьших энергетических затратах [6].

С учетом дальнейшего применения очищенных сточных вод, выбирается место их обезвреживания: на очистных сооружениях вместе с городскими стоками (если расстояние до них не очень велико) или же очистка на станциях вблизи полигона. Возможна также рециркуляция фильтрата, то есть использование его для орошения тела полигона. В данном случае наблюдается ускорение биохимических процессов и снижение риска возгорания отходов [1]. Как правило, подобные мероприятия проводят в засушливых районах и в жаркие периоды года, когда испарение с поверхности полигона велико.

На общегородские очистные сооружения может направляться фильтрат определенного химического состава. При этом фильтрационные воды должны составлять не более 5 % от всего объема сточных вод [6]. При больших объемах фильтрата может ухудшиться качество очистки, а также увеличиться коррозия очистной установки [4]. В любом случае, целесообразно произвести предварительную очистку фильтрата на местных станциях и лишь после этого направить его на более эффективные общегородские. Это позволит избежать внесения особо вредных токсичных компонентов, содержащихся в фильтрате, в канализационные сточные воды.

Методы обезвреживания фильтрата разделяются на 3 большие категории: механические, физико-химические и биологические. Каждая из них направлена на удаление определенных типов примесей, но, как правило, для полной очистки фильтрата применяют совокупность физико-химических и биологических методов. Рассмотрим каждую группу методов подробнее.

В первую очередь фильтрат подвергают механической очистке, то есть избавлению от нерастворимых соединений. К данным способам относят сепарацию, отстаивание и фильтрацию [1]. Полученный твердый осадок необходимо переработать и обезвредить или же, в случае если он не представляет опасности, использовать в различных целях. Жидкая фаза направляется на следующие этапы очистки.

Считается, что биологические методы очистки наиболее применимы для «молодых» фильтратов [6]. Они просты в исполнении, надежны и эффективны. Биологические методы делят на аэробные и анаэробные.

Принцип действия первой категории биологических методов заключается в работе микроорганизмов над преобразованием органических вредных примесей в углекислый газ и воду, при этом твердые продукты остаются в фильтрате [7]. Аэробные методы рационально использовать для очистки низкоконцентрированных фильтратов (ХПК до 6000 мгО₂/л) или для доочистки [2].

Анаэробная очистка сводится к воздействию на фильтрат анаэробных микроорганизмов при отсутствии кислорода. В отличие от аэробной очистки здесь образуется меньше твердого остатка и требуется не так много энергии для осуществления необходимых процессов. Однако скорость реакций здесь низкая, поэтому целесообразно проводить данную очистку при температуре не менее 30 °С [2, 7]. В таком случае анаэробные методы обеспечивают снижение ХПК на 65-80 % [4], а также частичное удаление тяжелых металлов. В результате образуется биогаз, который можно утилизировать или использовать в качестве источника энергии.

Физические и химические методы направлены на удаление коллоидных, взвешенных частиц, токсичных компонентов и т. д., которые остаются в осадке после биологической очистки [7]. Возможно также применение данных методов независимо от биологической очистки. Наиболее распространенными методами являются коагуляция, флокуляция, адсорбция, флотация, осаждение, ионный обмен и некоторые другие.

В настоящее время довольно распространенным методом очистки фильтрата является обратный осмос. С помощью него можно удалить многие биогенные элементы и понизить солесодержание фильтрата [5]. Обратный осмос относится к так называемым мембранным методам, для осуществления которых необходима предварительная механическая и в некоторых случаях химическая очистка фильтрата от примесей. Среди недостатков можно выделить обязательную периодическую замену мембран, а также образование токсичного осадка, который, как правило, направляют обратно в тело полигона, что неблагоприятно влияет на состав образующегося фильтрата [1, 5].

Коагуляцию и флокуляцию зачастую применяют при очистке «старого» фильтрата. Важным этапом является выбор коагулянта и флокулянта, поскольку от данного решения зависит результат протекающих процессов. В качестве реагентов зачастую используют известь, глинозем, хлорид железа, сульфаты алюминия и железа [1]. В ходе реакции наблюдаются образование взвесей и осветление жидкой фазы. У данного метода имеется ряд недостатков: использование большого количества реагентов, увеличение содержания алюминия и железа в жидкой фазе, а также достаточно большой объем осадка, который необходимо удалять и впоследствии обезвреживать [7].

Очевидно, что для достижения высокой степени очистки фильтрата применяют комбинацию механических, физико-химических и биологических методов. Важно помнить, что процесс образования фильтрата продолжается в течение многих десятилетий, поэтому его утилизация не прекращается после закрытия полигона и является важным этапом комплексной рекультивации. Поскольку возможны утечки фильтрата за пределы полигона, также встает вопрос об очистке почвенного покрова и возвращении ему плодородия. Для этих целей существует свой комплекс мероприятий по химической и физической очистке.

В любом случае, для предотвращения попадания фильтрата в подземные воды и почвенный покров современный полигон ТКО должен быть оборудован эффективной системой сбора фильтрата, а также противофильтрационным экраном.

Литература

1. Анализ методов очистки фильтрата полигонов твердых коммунальных отходов [Текст] / Н.О. Милюткина, Н.А. Политаева, П.С. Зеленковский, И.И. Подлипский, Е.С. Великосельская // Вестник Евразийской науки. – 2020. № 3.
2. Гаджикеримов В.В. Природоподобные технологии очистки фильтрационных вод, образующихся на полигонах ТКО [Текст] / В.В. Гаджикеримов, О.Ю. Белова, Д.В. Карелин // Экономика строительства и природопользования. – 2019. – № 2. – С. 67-76.
3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году» // 2020. – С. 291-300.
4. Десяткова К.С. Обезвреживание полигонного фильтрата [Текст] / К.С. Десяткова // Твердые бытовые отходы. – 2006. – № 7. – С. 8-11.
5. Ширкова Т.Н. Технология обработки фильтратов полигонов ТБО с применением метода обратного осмоса [Текст] / Т.Н. Ширкова, А.Г. Первов // Строительство и техногенная безопасность. – 2019. – № 17 (69). – С. 185-194.
6. Haarstad K. Important aspects of long-term production and treatment of municipal solid waste leachate [Text] / K. Haarstad, T. Mæhlum // Waste Management & Research. - 1999. - V. 17(6). - P. 470-477.
7. Renou S. Landfill leachate treatment: Review and opportunity [Text] / S. Renou, J.G. Givaudan, S. Poulain, F. Dirassouyan, P. Moulin // Journal of Hazardous Materials. - 2007. - V. 150(3). - P. 468-493.

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ СТРУКТУРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПАМЯТНИКИ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

Грушецкий А.А., Толоконникова З.А.

Научный руководитель - доцент З.А. Толоконникова

Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия

В настоящее время общемировой тенденцией является создание системы объектов геологического наследия (ОГН) и геопарков. В России имеется федеральный реестр геологических памятников и три геопарка («Алтай», «Янган-Тау» и «Ундория»), но работы по описанию ОГН продолжаются. Настоящая статья представляет собой формальную дефиницию трёх структурно-геологических памятников природы (СГПП), локализованных в северо-западном секторе Большого Кавказа в бассейне р. Убин. Описание СГПП важно для получения представлений о комплексе геологических тел, их развитии во времени и взаимоотношении в пространстве. Кавказские горы являются для этого крайне удачным объектом исследования, поскольку на сравнительно небольшой территории представлено большинство структурных элементов земной коры, а также результаты всех известных геологических процессов. Для Северо-Западного Кавказа (СЗК) в геоморфологическом отношении характерен эрозионно-денудационный низкорельеф, который предопределен геологическим развитием территории. С конца юрского периода до четвертичного земная кора характеризовалась здесь смятием, дроблением, вертикальными подвижками. В разрезе большая часть приходится на нижнемеловые отложения. Их накопление происходило в относительно глубоководной части океана Тетиса в результате циклического поступления обломочного материала при геосинклинальном режиме в восстановительных условиях. Начиная с

палеогенового периода, изначальное залегание флишевых отложений нарушалось тектоническими деформациями разного рода [3].

В ходе полевых работ 2020 г. в верховьях р. Убин (окрестности ст. Убинской, 55 км от г. Краснодара) выделено и описано три репрезентативных участка со складками и разрывами согласно общепринятой схеме [4]. Разрез нижнего мела по р. Убин является опорным для СЗК, здесь установлены стратотипы всех местных стратиграфических подразделений.

В левом борту р. Убин на протяжении 70 м (между точками 44°40'28.07" с.ш., 38°30'30.64" в.д. и 44°40'31.38" с.ш., 38°30'32.29" в.д.) обнажаются терригенные породы нижнего мела (берриас-валанжин) – СГПП №1. По мере движения на вниз по течению здесь прослеживаются: а) угловое несогласие между аргиллитами, глинами, песчаникам нижнего мела и валунами, суглинками аллювиальной террасы четвертичного возраста (рис. А). Породы нижнего структурного этажа (видимая мощность 23 м от уреза воды) имеют субвертикальное залегание и осложнены мелкой складчатостью (флексуорообразные перегибы, наклонные складки), разрывными нарушениями. Поверхность контакта ровная. Наличие зеркал скольжения, заполненных кальцитом, кливажных трещин указывает на тектоническое налегание пород верхнего комплекса. В породах верхнего структурного этажа (видимая мощность 7 м) вверх по разрезу отмечается уменьшение количества валуно-галечникового материала. Кальцитовые жилы мощностью 0,5–3,0 см весьма характерны для нижнемеловых пород; б) микровзброс (рис. Б). Нарушение имеет субвертикальную плоскость сместителя (азимут падения 194, угол падения 84). Вертикальная амплитуда смещения составляет 16 см, амплитуда по сместителю 28 см, горизонтальная амплитуда 30 см. Благодаря зеркалу скольжения, можно определить направления перемещения крыльев указанной дислокации; в) субвертикально залегающие породы берриаса-валанжина демонстрируют ритмичное чередование отложений флишевой формации. По подошве песчаников широко распространены разнообразные биогенные гиероглифы, характерные для пелагических фаций. Уникальность СГПП №1 обусловлена его комплексностью, легкодоступностью круглый год и репрезентативностью. Аналогичные объекты в СЗК известны только в окрестностях г. Геленджик, г. Новороссийск на берегу Черного моря. Рассмотренному СГПП может быть присвоен статус локального или даже регионального с учетом высокой антропогенной нагрузки на побережье и нахождения подобных объектов в действующих карьерах. СГПП №1 устойчив к разрушению, законодательного закрепления его статуса и проведение специальных охранных мероприятий не требуется. Он является естественным по происхождению, линейным по проявлению в пространстве, по динамическому состоянию – «объект-объект».

В двух километрах на северо-восток от СГПП №1, находится памятник природы регионального значения – г. Собер-Баш. Гора сложена осадочными породами ранне- и позднемелового возраста, является обращенной формой рельефа и эрозионным останцом [2]. Согласно тектоническим построениям в её основании залегает одноименная пластина, относящаяся к позднеальпийской Новороссийско-Лазаревской складчато-аллохтонной (НЛСА) зоне Большого Кавказа [1]. Наличие в НЛСА зоне нескольких тектонических пластин шириной в первые километры при их общем моноклинальном залегании предопределило интенсивную складчатость. На южном склоне г. Собер-Баш нами обнаружен СГПП №2, в котором представлен результат горизонтального тектонического смещения с северо-востока на юго-запад (рис. В). Координаты срединной части СГПП 44°41'25.22" с.ш., 38°33'41.36" в.д. В литологическом составе присутствуют песчаники, аргиллиты, глины раннемелового возраста (апт). Видимая протяженность тектонической структуры 25 метров, ширина 5 метров. Смещение надвига составляет 3–5 м, угол наклона поверхности достигает 40°. Песчаники собраны в крупные концентрические складки с округлыми сводами, толщи глинистых пород – в мелкие подобные с островежками замками. Оси складок опрокинуты чаще на юго-запад, реже на северо-восток, что объясняется сгуживанием. Складчатость осложнена разрывами с амплитудами смещения в пределах первых сантиметров, сопровождается трещинами отрыва и отслаивания мощностью 2–5 см, заполненных кальцитом. Уникальность этого объекта определяется хорошей репрезентативностью складки изгиба и волочения, отсутствием аналогов в регионе. Придание регионального статуса СГПП №2 возможно при решении проблемы затрудненной доступности из-за крутого спуска и отсутствия страховочных средств. СГПП сохраняется в естественном состоянии, устойчив к разрушению, специальных мероприятий по охране не требуется. По динамическому состоянию относится к категории «объект-объект».

Третий СГПП установлен в 700 м к северу от вершины г. Собер-Баш в левом борту автомобильной дороги. В искусственном обнажении пород позднемелового возраста (сеноман) прослеживается закрытая складчатость (44°41'55.98" с.ш., 38°34'05.28" в.д.) (рис. Г). Флишевый цикл представлен мергелем, песчаником и глиной. Замки складок хорошо выражены, с углами при вершине от 45° до 80°. Крылья складок частично перекрыты коллювиально-делювиальными отложениями. Доступное наблюдение подобной пликативной деформации не всегда возможно в горно-складчатом районе, что придает уникальность рассматриваемому объекту. Как правило, основные элементы таких структур подвергаются интенсивному выветриванию и в большинстве случаев сильно задернованы. По проявлению в пространстве объект точечный, по динамическому состоянию относится к категории «объект-объект». Проведение специальных охранных мероприятий не требуется. Объект легкодоступен в течение всего года.

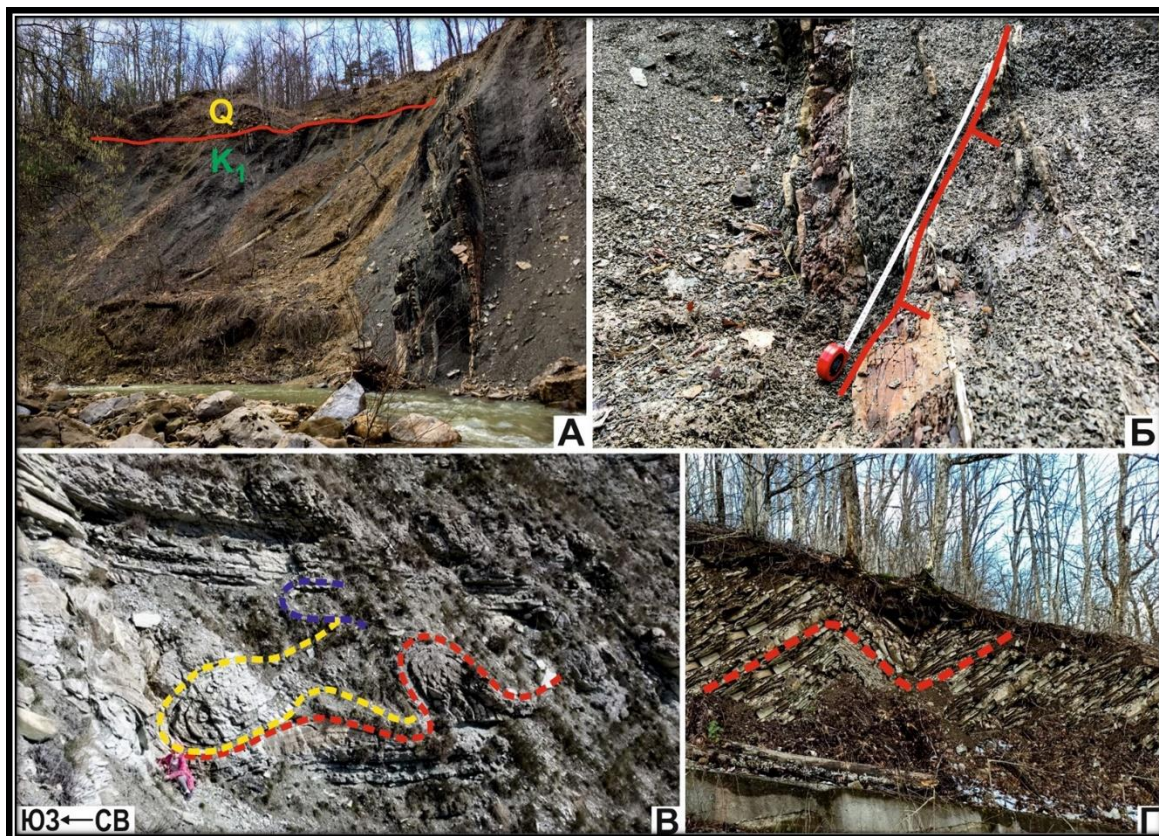


Рис. Структурно-геологические памятники природы в долине р. Убин. А, Б – СГПП №1; В – СГПП №2; Г – СГПП №3

Предложенные СГПП долины р. Убин могут использоваться для научных исследований с целью изучения строения и истории развития СЗК (СГПП №1-3), проведения специализированных образовательных экскурсий (СГПП №1-3) и эстетического созерцания любителями природы (СГПП №3). Их дальнейшее изучение и обустройство с целью научно-популярного просвещения значимо для сохранения культурного наследия СЗК.

Литература

1. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 200 000. [Текст] / С.Г.Корсаков, И.Н. Семенуха, Е.В. Белуженко, В.И. Черных, В.Н. Токарев, М.Г. Деркачева, Г.Р. Тузиков Издание второе. Серия Кавказская. Лист L-37-XXVII (Краснодар). Объяснительная записка. – М.: МФ ВСЕГЕИ, 2013. – 234 с.
2. Грушецкий, А.А. Гора Собер-баш (Краснодарский край) как объект геологического наследия [Текст] / А.А. Грушецкий, З.А. Толоконникова // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XXIV Междунар. симп. им. академика М.А. Усова студентов и молодых ученых. Томск, 2020. – Т. 1. – С. 18 – 20.
3. Луппов, Н.П. Нижнемеловые отложения Северо-Западного Кавказа и их фауна [Текст] / Н.П. Луппов – Ленинград-Москва: Гостоптехиздат, 1952. – 270 с. (Н.С. Вып. 65).
4. Рубан, Д.А. Стандартизация описания геологических памятников природы как важных объектов национального наследия [Текст] / Д.А. Рубан // География и природные ресурсы. – 2006. – № 3. – С. 166 – 168.

УГОЛЬНАЯ ПЫЛЬ КАК ФАКТОР ВОЗДЕЙСТВИЯ НА
ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ

Гусева А.А.

Научный руководитель - профессор М.А. Пашкевич
Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

В настоящее время уголь является наиболее доступным и экономичным видом топлива. Ежегодный объем его добычи на территории России составляет 441,4 млн тонн, но более половины добытого ископаемого экспортируется. В связи с увеличением объемов экспорта происходит развитие транспортной логистики, что заключается в повышении мощностей терминалов по перевалке полезного ископаемого. За последние десятилетия изменилась и структура способов отработки угольных месторождений в пользу увеличения доли предприятий, применяющих открытый способ. На данный момент около 75% угольной массы добывается открытым способом [9].

Наиболее острой проблемой в сфере обеспечения экологической безопасности процессов добычи, переработки и транспортировки угля является выделение угольной пыли. Воздействие пыли заключается не только в загрязнении атмосферного воздуха и влиянии на органы дыхательной системы человека, но и в формировании литохимических ореолов при седиментации пылевых частиц на почвенный и растительный покров. Механизмы действия угольной пыли на организм человека изучены достаточно подробно, но степень экологической токсичности данного поллютанта не определена. В современной нормативной базе Российской Федерации угольная пыль как загрязняющее вещество не классифицируется, следовательно, отсутствуют предельно допустимые концентрации ее содержания в компонентах окружающей среды. При оценке воздействия на природную среду используются нормативы, разработанные для неорганической пыли с определенным содержанием оксида кремния, но данные показатели не учитывают экотоксичность угольных частиц.

Важнейшими характеристиками угольной пыли как источника загрязнения окружающей среды являются морфометрические параметры. Выявлено, что угольные частицы, как правило, имеют размер менее 10 мкм и развитую удельную поверхность, что влияет на их способность сорбировать иные токсичные элементы [4].

Геохимическая обстановка на участках, смежных с объектами добычи минерального сырья, изучается чаще для рудных и других опасных в экологическом отношении месторождений. Однако вблизи объектов открытой разработки угля, подобные исследования проводятся крайне редко.

В исследованиях, направленных на изучение процессов депонирования химических элементов в почве, чаще анализируются содержания тяжелых металлов, таких как Cd, Pb, Hg, что объясняется их токсичностью по отношению к растительности. В работах [10,11] описаны результаты анализов на содержание тяжелых металлов в почвенных покровах территорий, прилегающих к угледобывающим предприятиям. Авторы отмечают повышенные содержания Cd, Hg, As, Pb, Cr, Cu, Zn, Ni.

На выводы исследований в значительной степени влияют выбранные значения нормативов. Метод сопоставления полученных концентраций с предельно допустимыми концентрациями или со средними содержаниями элементов в почвах не учитывает различия состава почв в зависимости от их типа. Почвы тяжелого гранулометрического состава (глины) обладают повышенными содержаниями тяжелых элементов по сравнению с почвами легкого состава (пески, супеси). Кроме того, на состав почв влияет показатель pH: в кислой среде катионы металлов задерживаются хуже, чем в нейтральной. В работах [3,9] исследования по вопросу формирования литохимического ореола при поступлении угольной пыли проводились с учетом региональных особенностей. Авторами было выявлено, что содержания тяжелых металлов в почвенном покрове территорий, подверженных осаждению данного загрязнителя, не превышают фоновые значения.

Критериями определения степени антропогенной нагрузки на растительный покров являются содержание ксенобиотиков в различных частях растений, морфологические и фотосинтетические показатели, фитоценологические и физиологические признаки. Негативное влияние связано со способностью большинства поллютантов к биоаккумуляции. При анализе наиболее распространенных на территории России видов растений выявлено, что содержание металлов убывает в ряду корневая система – стебель – листовые пластины – семена/плоды. При этом наибольшей способностью к биоаккумуляции характеризуются рапс (*Brassica napus* L.), овес посевной (*Avena sativa* L.), горчица полевая (*Sinapis arvensis*), клевер луговой (*Trifolium pratense* L.), подорожник большой (*Plantago major* L.) [2,6].

Угнетение растительности также связано с перекрытием листовых пластин твердыми частицами, что может сказываться на их фотосинтетической способности. Степень негативного воздействия на растительный покров при внесении в среду угольной пыли точно не установлена. Некоторые научные исследования описывают снижение газообмена и фотосинтетической способности растений при седиментации твердых частиц [12,13]. Иные исследователи отмечают, что привнесение в среду угольной пыли не сопровождается угнетением жизненных функций растительных организмов [5,7].

В целях определения токсичности угольной пыли были проведены исследования состояния растительности с территории, находящейся в зоне воздействия ООО «Шахтоуправление «Садкинское». Был проведен отбор проб и предварительный анализ элементного состава растительной массы. Пробоотбор осуществлялся вручную в летний период, отобрано 6 проб. Приоритетным было выбрано юго-западное направление, что обусловлено преобладанием северо-восточных ветров. На территории преимущественно произрастают злаки корневищного типа, такие как пырей ползучий (*Elymus repens*), кострец безостый (*Bromopsis inermis* Holub.), а также лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus* L.), мялик луговой (*Poa pratensis*), полынь полевая (*Artemisia campestris* L.).

Определение элементного состава проб проводилось методом рентгенофлуоресцентной спектрометрии. Полученные результаты сравнивались со средними содержаниями химических элементов в растениях по Виноградову [1]. Было выявлено, что доли К, Са, Si, Mg, Al, S в составе наземной части растений превышают средние значения в пробах №1 и №2. Повышенное содержание данных элементов связано не только с их распространением в почвах и растительности, но и с нахождением в составе угольной пыли. Тяжелые металлы (Ni и Cu) обнаружены в концентрациях, не превышающих допустимые значения. Наиболее подвержена пылевому загрязнению растительность в точках №1 и №2, что объясняется расположением точки №1 непосредственно на территории промплощадки предприятия, точки №2 – на границе санитарно-защитной зоны по приоритетному направлению ветров. Результаты анализа представлены на рисунке.

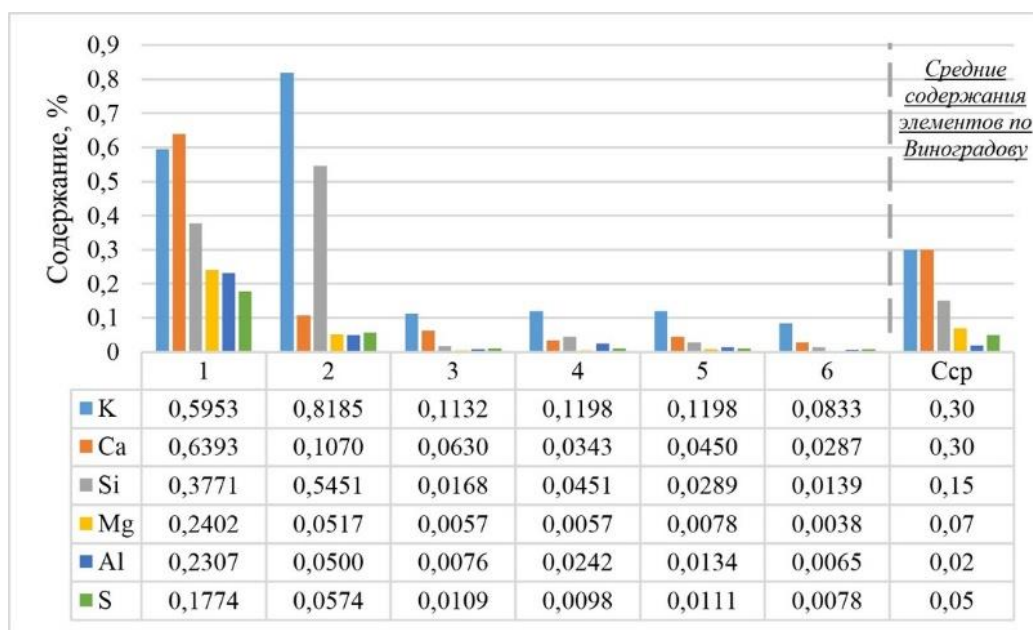


Рис. Содержание некоторых элементов в пробах растений

Таким образом, проблема негативного влияния угольной пыли на геологическую среду изучена недостаточно. На данный момент не установлена степень токсичности поллютанта и не определены возможные нормативы внесения пыли в почвенно-растительный покров. По результатам анализа состояния растительности в зоне воздействия угледобычного комплекса был сделан вывод о том, что значительное выделение угольной пыли приводит к увеличению содержания в растениях калия, кальция, кремния, магния, алюминия и серы.

Литература

1. Агрохимия [Текст]: учеб. пособие / Б. А. Ягодин, Ю. П. Жуков, В. И. Кобзаренко; под ред. Б. А. Ягодина. – М.: Колос, 2002. – 584 с.
2. Аккумуляция металлов в растениях урбоэкосистем [Текст] / В. П. Дедков, М. В. Куркина А. С. Ващейкин, И. О. Журавлев, Н. В. Бавтрук // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. – 2015. – №7. – С. 57–69.
3. Аскарова Д. А. Уровень пылевого воздействия и накопления тяжёлых металлов в растениях в условиях Северного Казахстана [Текст] / Д. А. Аскарова // Мир науки, культуры, образования. – 2016. – №5 (60). – С. 264–265.
4. Влияние крупного угольного терминала на состав атмосферных взвесей населенного пункта [Текст] / К. С. Голохваст, В. В. Чайка, П. А. Никифоров, Я. Ю. Блиновская, Е. А. Филонова, В. А. Семенихин // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. – 2015. – №56. – С. 73–77.
5. Дубынина С. С. Химический состав растений Тулунского района Иркутской области [Текст] / С. С. Дубынина // Сибирский медицинский журнал. – Иркутск, 2013. – Т.120. – №5. – С. 108–111.
6. Жуйкова Т. В. Аккумулирующая способность растений в условиях техногенного загрязнения почв тяжёлыми металлами [Текст] / Т. В. Жуйкова, Э. Р. Зиннатова // Поволжский экологический журнал. – 2014. – № 2. – С. 196–207.
7. Изменение фотосинтетической активности древесных растений в условиях угольного терминала [Текст] / Н. В. Салтан, Е. А. Святковская, Е. П. Шлапак, Н. Н. Тростенюк, О. Б. Гонтарь // Теоретическая и прикладная экология. – 2019. – №2. – С. 68–74.
8. Эколого-геохимическая ситуация на участке Талду-Дюргунского угольного месторождения (Горный Алтай) [Текст] / Ю.В. Робертус, Р. В. Любимов, А. В. Кивацкая, А. В. Волостнов, Н. А. Осипова // Мир науки, культуры, образования. – 2011. – №3 (28). – С. 348–352.
9. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/node/1026>

10. Apportionment of some chemical elements in soils around the coal mining area in northern Bangladesh and associated health risk assessment [Text] / Md. Abu Bakar Siddiquea, Md. Kowsar Alam, Sayful Islam, Mir Talas Mahammad Diganta, Md. Ahedul Akbor, Ummey Hafsa Bithi, Aminul Islam Chowdhury, A. K. M. Atique Ullah // Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management. – 2020. – V. 14. – P. 1-16. DOI: 10.1016/j.enmm.2020.100366.
11. Distribution and health risk assessment of potentially toxic elements in soils around coal industrial areas: A global meta-analysis [Text] / Xin Xiao, Jixiong Zhang, Hui Wang, Xiaoxun Han, Jing Ma, Yu Ma, Huijun Luan // Science of The Total Environment. – 2020. – P. 1–45. DOI: 10.1016/j.scitotenv. 2019.135292.
12. Effect of Dust Deposition on Stomatal Conductance and Leaf Temperature of Cotton in Northwest China [Text] / Shamaila Zia-Khan, Wolfram Spreer, Yang Pengnian, Xiaoning Zhao, Hussein Othmanli, Xiongkui He, Joachim Müller // Water. – 2015. – V. 7. – P. 116–131.
13. The effects of coal dust on photosynthetic performance of the mangrove, *Avicennia marina* in Richards Bay, South Africa [Text] / G. Naidoo, D. Chirkoot // Environmental Pollution. – 2004. – V. 3. – P. 359–366.

БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ИНДИКАЦИЯ СОЕДИНЕНИЙ ХЛОРА В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ В Г. АРМЯНСКЕ (АВГУСТ-СЕНТЯБРЬ 2018)

Дорохова Л.А.¹, Богданова А.М.²

Научный руководитель - доцент Д.В. Юсупов³

¹Институт геологии и природопользования ДВО РАН, г. Благовещенск, Россия

²Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, г. Симферополь, Россия

³Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

³Амурский государственный университет, г. Благовещенск, Россия

Состояние окружающей среды на промышленно-урбанизированных территориях зависит от природных особенностей и от эмиссии загрязняющих веществ. Предоставление информации о состоянии окружающей среды, в том числе об оказывающем на нее антропогенном или природном влиянии для выявления возникающих новых проблем и оценки эффективности природоохранных мероприятий – одна из основных задач экологических индикаторов [5]. Среди природных компонентов такого рода индикаторов выделяют листья древесной растительности, так как они обладают большей чувствительностью к содержанию вредных примесей в атмосферном воздухе по сравнению животными или человеком [1]. Листья листопадных деревьев являются сезонным природным биогеохимическим планшетом, на котором аккумулируются и сохраняются твердые и газообразные поллютанты [4].

В Крыму в начале сентября 2018 г. был введен режим ЧС из-за выброса неизвестного вещества в атмосферу вследствие техногенной аварии на заводе «Крымский титан» - филиале Армянского ООО «Титановые инвестиции». Согласно официальным данным мониторинговых наблюдений [3], проведенных Центром лабораторного анализа и технических измерений, в районе кислотонакопителя завода, имеющего II степень опасности [2], было установлено превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) хлорида водорода (далее HCl) в воздухе в 9-11 раз. В атмосфере г. Армянска зафиксировано максимальное разовое превышение ПДК (в 2 раза) по содержанию HCl, при этом среднесуточного превышения ПДК по содержанию HCl не наблюдалось. В селе Перекоп по среднесуточным показателям содержание HCl превышало в 9 раз ПДК, а в северо-восточной части села и в районе кислотонакопителя показатели варьировались от девяти до одиннадцати ПДК. В результате металлические предметы покрылись слоем ржавчины, у взрослых и детей возникали проблемы с дыханием, появлялась температура, аллергические реакции, волдыри на кожных покровах. В этом городе и близлежащих селах листва на деревьях приобрела оранжевый цвет и впоследствии опала раньше времени. Вся листва тополей оказалась повреждена некрозом и хлорозом. Красовой некроз занимал от 50 до 95 % площади листовых пластин (рис.1).

Цель исследования – определить элементный состав и реакцию листьев тополя на территории г. Армянска в период аварийного выброса загрязняющих веществ в атмосферный воздух в августе 2018 года.

В г. Армянске было отобрано 5 проб листьев тополя черного (*Populus nigra* L.) во второй декаде сентября 2018 г. Исследования образцов проведены на сканирующем электронном микроскопе (SEM) с энергодисперсионным спектрометром (EDS) в отделении геологии в Национальном исследовательском Томском политехническом университете. Образцы листьев тополя исследовали рентгеноспектральным анализом с использованием низкого вакуума в режиме обратно-рассеянных электронов. С помощью EDS-анализа проводили картирование элементного состава поверхности образцов.

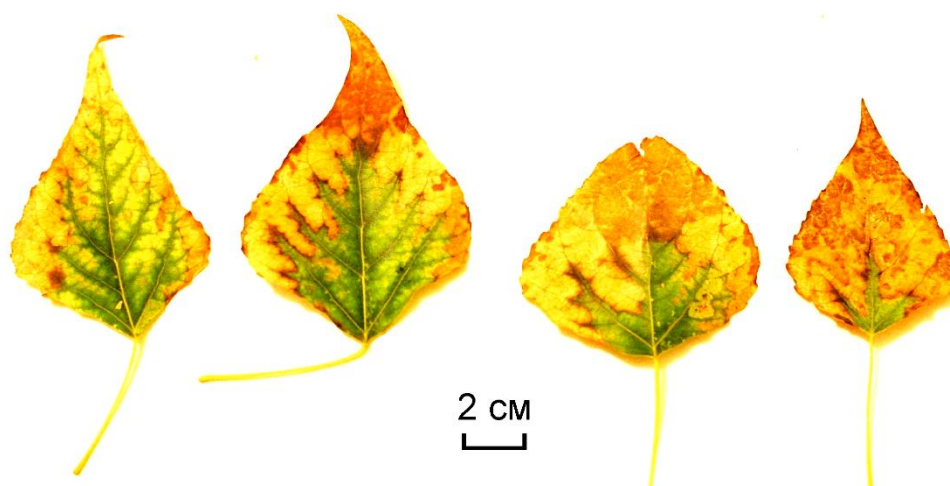


Рис 1 Общий вид листьев тополя, пораженных некрозом и хлорозом вследствие воздействия соединений хлора в г. Армянске в августе 2018 года

В листовом опаде тополя по данным электронно-микроскопических исследований установлены высокие концентрации хлора (от 10 до 15 масс. % в сухом веществе). Хлор равномерно распределен как на поверхности, так и внутри листовых пластинок (рис. 2). Яркая выраженная реакция в виде некроза и высокие концентрации хлора в листьях тополя могли быть вызваны воздействием HCl в приземном атмосферном воздухе.

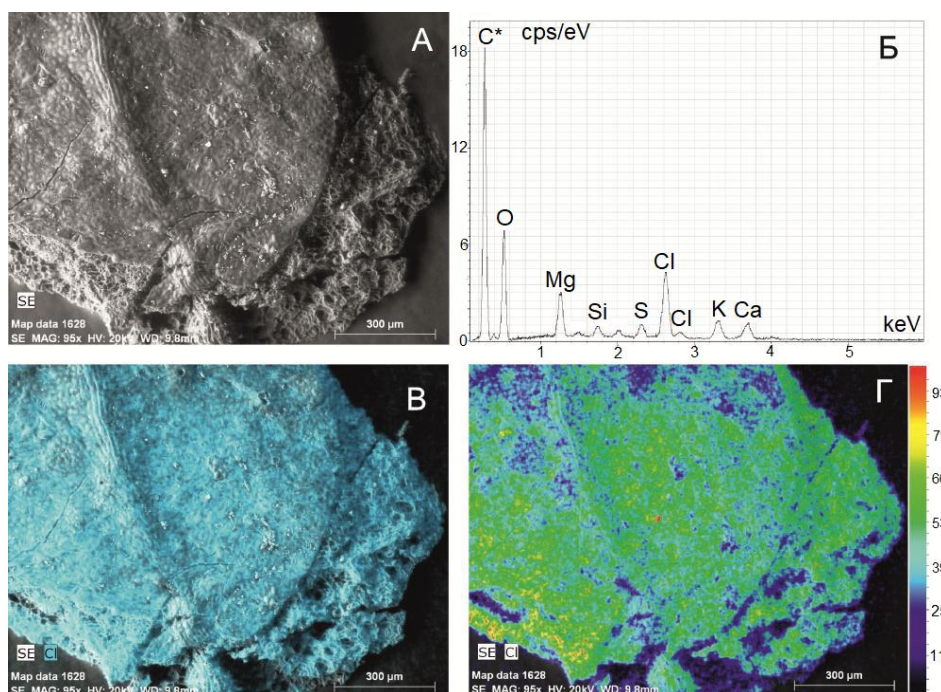
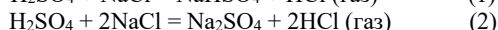
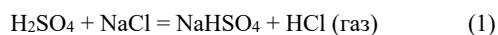


Рис 2 Результаты электронно-микроскопических исследований фрагментов листового опада тополя: **A** – общий вид листовой пластины в режиме BSE; **B** – энергодисперсионный спектр участка листа; **C** и **D** – распределение хлора внутри и на поверхности листа

Источником выброса HCl стал кислотонакопитель упомянутого выше завода, куда сбрасывается отработанная серная кислота. Кислотонакопитель расположен на Перекопском перешейке вблизи западной части залива Сиваш (соединяется с Азовским морем) и отделен от него дамбой. Солёность воды составляет от 22 ‰ (на севере) до 87 ‰ (на юге). Причиной газации HCl могло стать разрушение части дамбы кислотонакопителя и попадание отходов в залив. При смешивании соленой воды с содержимым кислотонакопителя (серной кислотой) происходит химическая реакция (1, 2) с образованием гидросульфата и сульфата натрия и выбросом хлорида водорода в атмосферу.



Аварийной ситуации способствовало жаркое лето, отсутствие осадков длительное время, а также понижение уровня воды в кислотонакопителе, что привело к увеличению концентрации кислоты. Понижение уровня воды явилось результатом прекращения Украиной поставок воды по Северо-Крымскому каналу, который закрывал 90% потребности полуострова в воде. Также были сообщения, что за последние годы завод «Крымский титан» регулярно нарушал правила содержания и хранения веществ в кислотонакопителях [6].

Таким образом, подтверждена целесообразность использования листьев древесных растений в качестве природного биогеохимического индикатора загрязнения среды для оценки экологической ситуации. Листья тополя помогли оценить экологическую ситуацию в г. Армянске и подтвердить загрязняющее вещество – HCl.

Литература

1. Волкодаева, М.В. О развитии системы экологического мониторинга качества атмосферного воздуха [Текст] / М.В. Волкодаева, А.В. Киселев // Записки Горного института. Геоэкология и безопасность жизнедеятельности. – Т. 227. – 2017. – С. 589-596.
2. Комплексное исследование влияния рисков природных и техногенных чрезвычайных ситуаций на безопасность жизнедеятельности населения республики Крым и г. Севастополя [Текст] / А.В. Верескун, Т.Ш. Файзулин, И.Ю. Олтян, С.Е. Байда, С.В. Зиновьев, Е.М. Барышев, М.А. Балер, Е.Ю. Булгакова // – М.: ВНИИ ГОЧС (ФЦ).- 2015. – С. 208.
3. Правительство республики Крым. В Армянске и других пострадавших от вредных выбросов населенных пунктах введен режим ЧС. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rk.gov.ru/article/show/5168>
4. Рихванов, Л.П., Юсупов Д.В., Барановская Н.В., Ялалтдинова А.Р. Элементный состав листы тополя как биогеохимический индикатор промышленной специализации урбасистем [Текст] / Л.П. Рихванов, Д.В. Юсупов Н.В. Барановская, А.Р. Ялалтдинова // Экология и промышленность России. – 2015. – № 6. – С. 58–63.
5. Ясенева, Е.В., Особенности экологической составляющей устойчивого развития Крыма [Текст] / Е.В. Ясенева, И.А. Ясенева. // Интеркарто. Интергис. – 2018. – Т.24. – №1. – С. 54-67.
6. BBC. News. Что происходит в крымском Армянске после выброса вредных химикатов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bbc.com/russian/features-45422525> (дата обращения: 20.02.2021).

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КЛАССА ОПАСНОСТИ ОТХОДОВ Заздравных А.А

Научный руководитель - доцент С.В. Азарова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Определение класса опасности отходов является актуальной задачей. Согласно требованиям статьи 14 Закона № 89-ФЗ, если у индивидуального предпринимателя или юридического лица в результате деятельности образуются отходы I-V классов опасности, они обязаны отнести их к конкретному классу по степени опасности, так как это определяет способ обращения с отходом, размер платы за его размещение, и возможность спрогнозировать влияние на окружающую среду и здоровье человека [6].

Класс опасности отхода определяется по последней цифре номера в Федеральном классификационном каталоге отходов (ФККО). Если отход не включен в ФККО, для оценки класса опасности используют расчётные и экспериментальные методы, включенные в соответствующие законодательные акты. В Приказе Минприроды России от 04.12.2014 N 536 «Об утверждении Критериев отнесения отходов к I - V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду» (далее Приказ Минприроды N 536) и СП 2.1.7.1386-03 «Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления» представлены расчетные и экспериментальные методы [3,5].

Для расчётных методов необходима следующая информация для определения класса опасности:

- сведения о химическом и (или) компонентном составе отхода;
- документ на основе которого производится расчёт;
- токсикологические справочники и гигиенические нормативы, с их помощью определяются показатели опасности компонентов отходов;
- литературные источники, содержащие необходимые первичные показатели [3,5].

Производя расчёт по Приказу Минприроды N 536 и СП 2.1.7.1386-03 можно наблюдать различие в формулах, а также расчёт класса опасности отхода по СП 2.1.7.1386-03 отличается и списком показателей опасности, значение которых нужно оценить. Для расчёта по Приказу Минприроды N 536 и СП 2.1.7.1386-03 многие показатели совпадают, например, класс опасности в атмосферном воздухе, почве, воде, предельно-допустимые концентрации (пдк), биоаккумуляция, персистентность, ЛД₅₀, и другие. Так же в СП 2.1.7.1386-03 имеются отличные от Приказа Минприроды N 536 показатели такие как: класс опасности в рабочей зоне, пдк рабочей зоны, пдк в продуктах, мутагенность, канцерогенность и другое [2]. В соответствии с методикой расчета, представленной в документах, находят данные о значениях показателей. Затем действия до начала вычислений совпадают: выставление относительного балла опасности, оценка информационного показателя. Далее наблюдаются различия, например, определение X_i – усредненного параметра опасности компонента отхода, по Приказу Минприроды N 536 происходит путем суммирования всех выставленных баллов и информационного показателя, и разделения суммы на число, большее количества выставленных баллов на 1. По СП 2.1.7.1386-03 путём суммирования баллов опасности и информационного показателя, разделением на число используемых показателей опасности. Определение степени опасности компонента для окружающей среды – W_i , происходит по разным формулам, так по СП 2.1.7.1386-03 используется одна формула, а по Приказу Минприроды N 536 четыре,

которые зависят от относительного параметра опасности компонента отхода – Z_i . Показатель опасности компонента отхода K_i определяется путём деления концентрации компонента в отходе – C_i на W_i . Класс опасности определяется сравнением суммы K_i с табличными значениями указанных в Приказе Минприроды N 536 или СП 2.1.7.1386-03 [3,5].

Для выявления особенностей расчётных методик по определению класса опасности отходов автором был произведен расчёт для отходов Кибик-Кордонского месторождения мраморов, расположенного на юге Красноярского края в верхнем течении реки Енисей. Источниками образования отходов являются добычные карьеры, камнеобрабатывающий комбинат и котельная, в основном образуются такие отходы как: мраморная крошка, мраморная пыль, золошлаки [1].

Первым этапом была собрана база первичных показателей по каждому из компонентов отходов: Pb, Cd, Co, Li, Be, B, Mn, Cu, Zn, Ba, Sr, Ni, Nb, Cr, As, Se, Hg, V, Na, Ca, Fe, Rb, Cs. Далее был произведен расчёт основываясь на документах Приказа Минприроды N 536 и СП 2.1.7.1386-03, результаты представлены в таблице 1. Так при расчёте по Приказу Минприроды N 536 золошлаки, шлам, отвал грязный, отвал чистый Кибик-Кордонского месторождения были отнесены к 5 классу опасности, что определяется как малоопасные или практически неопасные отходы. Для расчёта по СП 2.1.7.1386-03 показатели были дополнены и после расчёта отходы были отнесены к 3 и 4 классу опасности, вредное воздействие на окружающую среду и здоровье человека оценивается как среднее и низкое. Такое различие можно объяснить тем что Росприроднадзор разделяет отходы на пять классов опасности в то время как в области санитарной токсикологии и гигиены используются четыре класса опасности веществ, наименее опасный это четвертый класс [2].

Стоит отметить что невозможно полностью оценить опасность того или иного отхода только с помощью расчётных методик, в отходе могут содержаться вещества, гигиенические нормативы которых не обоснованы и ни в одном из справочников нет данных о токсичности. В настоящее время изучена токсичность около 5-6 тысяч соединений, в то время как их количество ежегодно растёт. В СП 2.1.7.1386-03 указано, что класс опасности отхода может быть определён совокупностью экспериментальных методов. В Приказе Минприроды N 536 отмечено что достаточно проведения исследований на двух видах гидробионтов, это также говорит о том, что методика направлена на снижение требований к обращению с отходами и не обеспечивает безопасности для здоровья человека [4].

Для установления класса опасности отхода, в штате у предприятия должен быть эколог или можно воспользоваться услугами проектных организаций. Экологу предприятия необходимо знать специфику организации для того чтобы соблюдать экологические, санитарные и иные требования, которые установлены и контролируются законодательством Российской Федерации в области охраны окружающей природной среды и здоровья человека.

Таблица

Результаты определения классов опасности отходов Кибик-Кордонского месторождения мраморов расчётным методом

№ пробы	Среда	К	Класс опасности по СП 2.1.7.1386-03	К	Класс опасности отхода по Приказу Минприроды N 536
99511	порода (отвал "Грязный")	72,57	4	0,91	5
99512		78,74	4	1,01	5
99513		87,34	4	1,09	5
99514		76,14	4	0,99	5
99515		122,87	3	1,38	5
99516	порода (отвал "чистый")	22,30	4	0,78	5
99517		11,53	4	0,49	5
99518		200,63	3	1,42	5
99519	порода "мраморная крошка"	210,24	3	1,50	5
99521	шлам	353,79	3	2,69	5
99523		26,56	4	0,81	5
99525		25,59	4	0,95	5
99527		22,65	4	0,86	5
99529		179,40	3	1,68	5
99541	золошлаки	91,76	4	0,88	5
99542		58,06	4	0,64	5
99543		79,59	3	0,80	5

Литература

1. Азарова С.В. Отходы горнодобывающих предприятий и комплексная оценка их опасности для окружающей среды: На примере объектов Республики Хакасия [Текст]: дис. ... канд. геолого-минералогических наук / Азарова Светлана Валерьевна. - Томск. 2005. – 235 с.
2. Гелашвили Д.Б. Принципы и методы экологической токсикологии [Текст] / Д.Б. Гелашвили. – Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2016. – 702 с.

3. Об утверждении Критериев отнесения отходов к I-V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду [Электронный ресурс]: Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 4 декабря 2014 г. N 536 – Доступ из справ. -правовой системы «КонсультантПлюс».
4. Самутин Н.М. Сравнительная оценка методик российских гигиенических и природоохранных нормативно-методических документов по определению класса опасности отходов [Текст] / Н.М. Самутин // Гигиена и санитария. – 2017. – №6.
5. СП 2.1.7.1386-03 Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901865875>
6. Об отходах производства и потребления [Электронный ресурс] : федер.закон от 24.06.98 № 89-ФЗ. . – Доступ из справ. -правовой системы «КонсультантПлюс».

ОСОБЕННОСТИ ЛИТОГЕОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПРИБРЕЖНЫХ ПОЧВ ТОМИ И ЕЕ ПРИТОКОВ

Захаров С.В.

Научный руководитель – доцент Н.А. Осипова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Согласно современным представлениям о влиянии состава почв на человека и биоту, это влияние может проявляться как непосредственно при вдыхании почвенных частичек вместе воздухом, так и через выращенные на ней продукты. Поэтому знание геохимических особенностей почв и их элементного состава позволяет вплотную подойти к проблеме влияния качества почв на биологические системы. В изучении этой проблемы особая роль принадлежит аллювиальным почвам. Под аллювиальными или пойменными почвами принято понимать почвы, ежегодно затопляемые в период половодья [2, 3]. Изменение состава этих почв в результате действия таких внешних условий как подтопление, ведет к двум взаимосвязанным явлениям. С одной стороны, почвы обогащаются за счет привноса элементов, содержащихся в речной воде. С другой стороны, по данным [4], миграция элементов за пределы почвенного профиля сдерживается за счет геохимического барьера. Привнос элементов может быть, как полезным для повышения их плодородия, так и губительным, если это загрязненные паводковые воды.

Целью работы является установление уровня содержания химических элементов в почвах притоков реки Томи. Для изучения взаимосвязанных факторов река Томи и ее притоки (реки Киргизка и Ушайка) представляют прекрасные объекты. Во-первых, для всех характерно весеннее половодье, в результате которого часть прилегающей территории, в том числе сельско - хозяйственных угодий, бывает затоплена длительное время, с апреля по конец мая. С другой стороны, особенность этих рек такова, что все они протекают как за городской чертой, так и в ее пределах, поэтому влияние антропогенного фактора не должно проявляться повсеместно.

Пробы почв (18 проб) были отобраны в сентябре 2019 г. в ходе экспедиции вдоль русел притоков Томи (р. Киргизка и р. Ушайка) и в сентябре 2018 г. вдоль р. Томи (левый берег от Коммунального моста вниз по течению реки). Места отбора проб захватывали как урбанизированную территорию, так и лесную и луговую прибрежные зоны за пределами городской черты. Маршрут экспедиции пролегал по направлению к городу, крайними точками пробоотбора были пос. Кузовлево (р. Киргизка) и Михайловская роща (р. Ушайка). пробы были отобраны с интервалом 500-700 м в поверхностном слое, на глубине 3-10 см, просушены, освобождены от крупных инородных частиц и подготовлены к анализу в полном соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-2017. Анализ проб проводили методом инструментального нейтронно-активационного анализа с облучением тепловыми нейтронами на исследовательском ядерном реакторе ТПУ по аттестованным методикам под руководством старшего научного сотрудника А.Ф. Судыко.

Коэффициенты концентрации элементов KK_1 и KK_2 в исследуемых почвах рассчитывались относительно содержания элементов в пойменных почвах (пос. Киреевское Кожевниковского района Томской области, Е.Е.Ляпина, 2012), а также относительно средних содержаний элементов в почвах г. Томска, по данным [1]. Такое рассмотрение, на наш взгляд, позволит выделить как техногенную составляющую, так и естественный фактор - влияние деятельности потоков вод рек на подвижность металлов. Коэффициенты концентрации, оцененные описанным способом, приведены в таблице.

Таблица

Коэффициенты концентрации химических элементов в пойменных почвах р. Томи и ее притоков

элемент	Sm	Ce	Ca	Lu	U	Th	Cr	Yb	Hf	Ba	Sr	Nd	As
KK_1 *	1,42	1,27	1,62	1,33	1,06	1,37	2,01	1,18	1,62	1,48	1,02	1,64	3,59
KK_2 **	0,91	0,96	1,47	1,00	0,94	0,93	1,36	0,94	1,49	0,78	2,23	-	25,37
элемент	Br	Cs	Tb	Sc	Rb	Fe	Zn	Ta	Co	Na	Eu	La	Sb
KK_1 *	0,82	1,68	1,70	1,43	0,91	1,96	2,30	1,70	1,59	0,94	1,16	1,92	1,44
KK_2 **	0,62	0,82	0,76	0,97	0,78	1,12	-	-	1,03	1,15	0,75	-	-

* KK_1 -коэффициент концентрации элементов в почвах относительно почв пос. Киреевское (Е.Е. Ляпина, 2012)

** KK_2 коэффициент концентрации элементов в почвах относительно почв г. Томска [4]

Сравнение средних содержаний элементов в почвах русел реки Томи и ее притоков относительно аллювиальных почв бассейна р. Оби (KK_1) показывает, что содержание U, Sr, Na находится на уровне фоновых

содержаний (КК₁ лежит в интервале 0,94-1,06), содержание Вг, Rb ниже фоновых (0,82 - 0,91), содержание остальных элементов (21 элемент) превышает фоновые в 1,16-2,30 раза, содержание As – в 3,59 раза. Содержание As в двух пробах с бывших сельскохозяйственных угодий составляет 26,0-28,6 мг/кг, не исключено его внесение вместе с удобрениями.

Исследуемые почвы относительно средних значений их содержаний для г. Томска обогащены Са (1,47), Сг (1,47), Hf (1,47), Sr (1,47), содержание остальных элементов на уровне фоновых значений или ниже значений, принятых для г. Томска.

По-видимому, свойство поверхностных вод переносить загрязняющие вещества, влияет на свойства пойменных почв в целом, а миграция веществ, как в виде растворов, так и в виде твердого стока из прилегающих к ним самостоятельных и переходных ландшафтов определяет геохимические свойства почв.

Литература

1. Жорняк, Л.В. Эколого-геохимическая оценка территории г. Томска по данным изучения почв [Текст]: автореферат дис... кандидата геол.-мин. наук / Жорняк Лина Владимировна. - Томск, 2009. – 22 с.
2. Загрязнение малых водосборов рек в агроландшафтах Томь-Яйского междуречья [Текст] / Н.С. Евсеева, Г.Е. Пашнева, З.Н. Квасникова, А.И. Петров // Вопросы географии Сибири, Томский государственный университет. – 2001. - С. 347-356.
3. Ревина О.А. Особенности геохимического состояния пойменных почв малых рек Смоленской области [Текст] / О.А. Ревина, А.Г. Ревин // Природа и общество: в поисках гармонии. - 2017. - № 3. - С. 96-101.
4. Пузанов А.В. Почвенно-биогеохимические особенности водосборного бассейна реки Томи [Текст] / А.В. Пузанов, А.В. Салтыков, Т.А. Рождественская // Мир науки, культуры, образования. - 2010. - №4. - С. 272-274.

ТЕХНОГЕННЫЕ ЧАСТИЦЫ В СОВРЕМЕННЫХ АНТРОПОГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ГОРОДОВ РОССИИ Илгашева Е.О.

Научный руководитель – профессор А.Б. Макаров
Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

В урбанизированной среде непрерывно происходят процессы современного седиментогенеза и геохимического преобразования поверхностных отложений. Одной из составляющих поверхностного осадка в городах являются частицы техногенного происхождения. Их генезис зависит от типов промышленного производства региона, интенсивности строительства зданий и сооружений, степени антропогенного влияния. Техногенные частицы могут быть источником загрязнений, в том числе тяжелых металлов и токсичных элементов.

В ходе исследований были изучены пробы городов Уральского региона: Челябинск, Екатеринбург, Нижний Тагил, Магнитогорск; Европейской части России: Мурманск, Уфа, Пермь, Нижний Новгород, Ростов-на-Дону; Сибири: Тюмень. Пробы были отобраны в жилых районах с многоэтажной застройкой разных годов. В каждом городе отобрано не менее 40 проб, из которых случайным образом выбрано от 5 до 10 проб (гранулометрические навески 100-250 и 250-1000 мкм), в которых по принципу минералогического анализа шлихов исследовалась техногенная фракция [3]. Всего в ходе исследования было изучено 166 проб: 86 проб с размером частиц 100-250 мкм, 80 проб с размером частиц 250-1000 мкм. Большую помощь при определении частиц оказывает сравнение их с коллекцией заведомо известных типов частиц [1, 2].

Таким образом, в ходе изучения проб была рассчитана доля техногенных частиц во фракции 100-250 мкм и 250-1000 мкм в 10 городах. В таблицах 1-2 отражено среднее распределение техногенных частиц по типам в гранулометрических фракциях 100-250 и 250-1000 мкм в обследованных городах. По результатам визуального анализа проб поверхностного осадка было показано, что техногенные частицы в урбанизированных средах могут составлять от 6,6 до 26,5% от объема пробы.

Для изучения техногенных частиц используются два метода анализа: качественный и количественный. Исходя из этого, возникает необходимость в расчете погрешности. Количественный анализ характеризуется случайной субъективной погрешностью, которая возникает из-за погрешности счета и зрительных органов человека, т.е. причиной возникновения такой погрешности является человеческий фактор. Исходя из полученных данных, погрешность оценки для фракции 100-250 мкм составляет 28,4%, для фракции 250-1000 мкм – 21,3%.

В ходе исследования было изучено 166 проб, в которых преобладающим типом техногенных частиц являются камневидные и стекловидные шлаковые частицы (суммарно до 60%). Менее распространены силикатные микросферы, угольные частицы, фрагменты шин и тормозных систем. Для городов Уральского региона наибольший вклад в образование поверхностного осадка вносят шлаковые частицы (максимальное количество – 80,5% в Магнитогорске, минимальное – 27,7% в Екатеринбурге). Также для уральских городов характерно максимальное количество магнитных микросфер, что является показателем металлургического производства. Характерной особенностью Нижнего Новгорода является высокое содержание фрагментов строительных материалов: кирпича, штукатурки и краски, общее количество составляет 20,6% для фракции 100-250 и 28% для фракции 250-1000. Такое распределение обусловлено большим количеством старых построек в городе, которые находятся в неудовлетворительном состоянии, а также использованием краски для обозначений бордюров. Угольные частицы обнаружены в городах, где находится частный сектор без централизованного отопления.

Таблица 1

Распределение техногенных частиц по типам в гранулометрической фракции 100-250 мкм в городах

	Камневидный шлак, %	Стекловидный шлак, %	Магнитные микросферы, %	Силикатные микросферы, %	Кирпич, %	Штукатурка, %	Краска, %
Екатеринбург	19.81	14.21	3.44	0.00	4.31	11.40	1.35
Магнитогорск	25.04	24.61	0.04	0.72	12.82	4.91	0.64
Мурманск	12.85	17.00	0.00	0.63	16.31	2.82	1.93
Нижний Новгород	20.19	26.85	1.14	0.83	7.51	9.31	3.82
Нижний Тагил	23.02	27.05	0.35	0.00	4.61	2.71	3.21
Пермь	16.57	12.53	0.00	0.00	6.03	7.94	1.10
Ростов-на-Дону	41.94	19.70	0.45	0.51	6.00	5.43	0.00
Тюмень	22.74	19.41	0.00	0.00	6.84	9.64	0.00
Уфа	45.04	24.81	0.31	0.43	2.12	1.82	1.31
Челябинск	29.41	26.11	0.52	0.00	5.30	4.90	1.22
Екатеринбург	45.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.9
Магнитогорск	30.21	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	23.5
Мурманск	40.30	0.00	0.00	0.00	6.73	1.71	15.1
Нижний Новгород	30.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.7
Нижний Тагил	37.72	0.00	0.00	0.00	0.00	1.51	21.3
Пермь	55.15	0.00	0.00	0.00	0.00	1.14	9.8
Ростов-на-Дону	26.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.5
Тюмень	40.02	0.01	0.00	0.00	1.01	0.50	12.5
Уфа	23.51	0.30	0.00	0.00	0.00	0.41	18.4
Челябинск	32.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	24.7

Таблица 2

Распределение техногенных частиц по типам в гранулометрической фракции 250-1000 мкм в городах

	Камневидный шлак, %	Стекловидный шлак, %	Магнитные микросферы, %	Силикатные микросферы, %	Кирпич, %	Штукатурка, %	Краска, %
Екатеринбург	13.72	14.00	9.82	3.00	4.70	12.84	6.51
Магнитогорск	54.63	25.91	3.51	0.00	6.41	1.70	0.30
Мурманск	15.33	15.43	7.00	0.60	11.92	3.42	1.30
Нижний Новгород	22.73	13.91	1.90	1.70	10.72	6.03	11.31
Нижний Тагил	30.80	35.00	0.00	0.00	5.54	2.21	2.22
Пермь	55.31	4.21	0.00	0.00	21.42	0.00	0.00
Ростов-на-Дону	25.62	1.62	4.12	11.41	9.63	7.61	2.34
Тюмень	35.50	23.72	5.31	1.00	0.00	1.02	0.00
Уфа	60.50	28.71	0.00	0.00	1.71	0.60	0.60
Челябинск	34.61	38.70	0.00	0.54	3.43	1.94	0.00
Екатеринбург	35.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.8
Магнитогорск	5.22	1.21	0.00	0.00	1.21	0.00	13.7
Мурманск	40.32	0.00	0.00	0.00	2.82	2.00	18.4
Нижний Новгород	31.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.4
Нижний Тагил	20.60	0.00	0.00	0.00	0.00	3.71	14.3
Пермь	19.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.6
Ростов-на-Дону	37.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.4
Тюмень	16.30	0.00	7.62	0.00	7.81	1.94	9.4
Уфа	5.71	0.61	0.00	0.00	0.64	1.11	12.0
Челябинск	20.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.0

Общее содержание техногенной составляющей в городах Уральского региона составляет от 21% до 24%; в городах Европейской части России от 6% до 26%; в Тюмени до 12%. Однако, следует обратить внимание на качественный состав поверхностных отложений, который будет являться главным критерием оценки экологического состояния урбанизированной среды.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 19-35-60011.

Литература

1. Илгашева, Е.О. Техногенные образования в составе современных антропогенных отложений на урбанизированных территориях [Текст] / Е.О. Илгашева, А.А. Селезнев // Минералы: строение, свойства, методы исследования - 2020. - С. 104-105.
2. Илгашева, Е.О. Техногенные образования в поверхностном пылегрязевом осадке Нижнего Новгорода [Текст] / Е.О. Илгашева, И.В. Ярмошенко и др. // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского. - 2019. - № 22. - С. 381-384.
3. Шлиховое опробование и анализ шлиховых проб [Текст]: учеб. пособие. 2-е изд., перераб. / Бакулина, Л. П. - Ухта: УГТУ, 2014. - 126 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ПРИ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ЛАНДШАФТОВ

Клокова Ю. В., Лымарь И. О.

Научный руководитель - доцент И.Г. Петрова

Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

При проведении инженерно-экологических изысканий необходимым видом работ являются картировочные. Цель картирования заключается в определении состояния геологической среды и ее компонентов на различных уровнях, выявление техногенных нарушений геологической среды, оценка активности и направленности природных и техногенных процессов для последующего геоэкологического районирования, которое позволит осуществить моделирование, прогнозирование и разработку природоохранных мероприятий на изучаемой территории [3].

Одним из ключевых факторов, позволяющих произвести объективную комплексную экологическую оценку, является характеристика ландшафтных условий, т. к. именно ландшафт, являясь генетически однородным комплексом, сформировавшийся в результате взаимодействия климата, рельефа, почв, растительности [2], отражает степень трансформации экосистемы вследствие различных по силе и направлению антропогенных воздействий.

Ландшафтно-индикационное картографирование выполняется в рамках геолого-экологических исследований с применением как наземных, так и дистанционных методов. Причем использование дистанционных методов, позволяет оптимизировать методы и объемы получения инженерно-геологической и геоэкологической информации. Одним из этих методов является дешифрирование многозональных снимков со спутников Landsat 8, которые отражают особенности физического состояния природных объектов [5]. Такие снимки находят широкое применение в различных отраслях: сельское хозяйство, геология, география, лесное хозяйство, экология, картография, метеорология и т.д.

Суть дистанционного зондирования сводится к измерению энергетических и поляризационных характеристик излучения объектов в различных диапазонах электромагнитного спектра. Величины излучения тех или иных природных объектов зависят от многих факторов: величины влажности, обилия растительности, рельефа и экспозиции склонов, наличия тектонических структур и центров вулканизма, а также от антропогенного вмешательства [4].

Космические системы дистанционного зондирования имеют широкий спектральный диапазон съемки от ультрафиолетового до инфракрасного. Они обеспечивают сбор и сохранение многоспектральных изображений. Такие изображения при применении к ним различных комбинаций спектральных каналов несут информацию различного характера: состояние растительного покрова, относительная величина влажности почвенного покрова, тип горных пород, наличие техногенно-измененной территории [1].

Так, например, на месторождении рудного золота в Республике Карелия при геоэкологических исследованиях территории с помощью дистанционного метода дешифрирования по снимкам, полученным с Landsat 8, были выделены лесные вырубки и просеки, болота и заболоченные леса, а также оценены пространственное распределение лесной растительности и степень антропогенной нарушенности ландшафтов (Рисунок 1). Кроме того, в результате обработки снимков были околочены участки развития экзогенных процессов, включая заболачивание и эрозию.

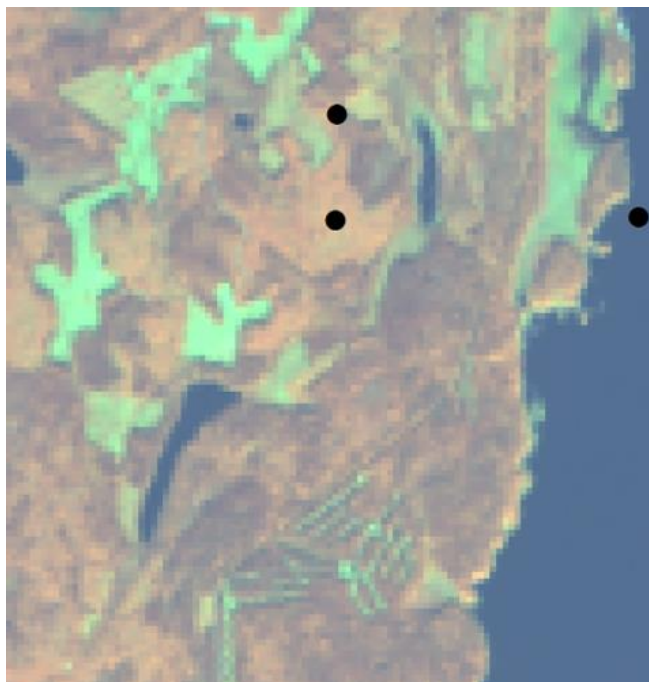


Рис.1 Фрагмент космоснимка композит

Дешифрирование и анализ проводились в различных комбинациях выделенных каналов разновременных снимков с сопоставлением с результатами топографической съемки. Лесные вырубki и просеки хорошо дешифрируются визуально, на синтезированном в естественных цветах снимке и на зональном снимке по прямоугольной форме, прямолинейным границам, светлому тону. Болота и заболоченные леса имеют сглаженный контур и светлый цвет.

По представленным снимкам выявлены пространственные изменения лесной растительности: наибольшая отрицательная динамика лесного покрова наблюдается на участках площадок буровых работ и подъездных путей, а наибольшая положительная – на участках старых лесозаготовительных делянок, где отмечается зарастание древесно-кустарниковой растительностью (Рисунок 2).

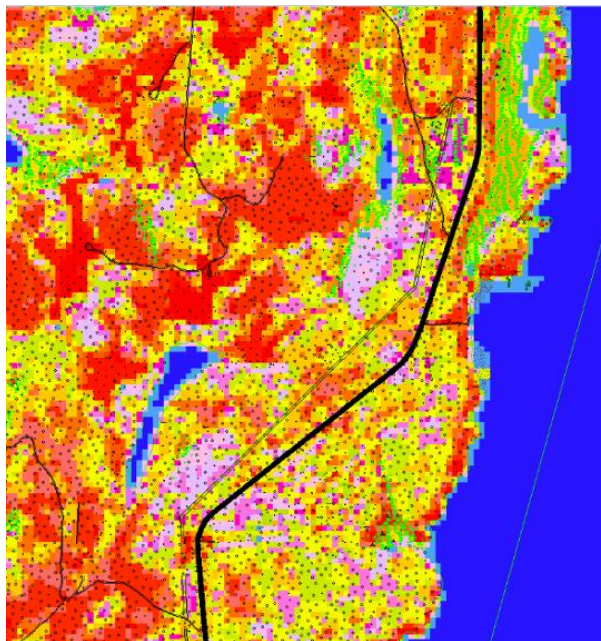


Рис.2 Ландшафтная классификация снимка

Таким образом, трудности ландшафтной дифференциации в условиях пестроты растительных доминантов, мозаичности их строения и заболоченности были устранены путем применения автоматизированного

анализа композитов космоснимка Landsat 8, а также при визуальном дешифрировании снимков. Это позволило выделить в границах участка основные географические ландшафты, преобладающие типы местообитаний, участки заболоченных лесов и болот, в том числе сдrenированных, при проведении технической мелиорации много лет назад.

Подводя итоги, необходимо отметить, что исследование территории по результатам дешифрирования и анализа космоснимков, учитывая современное усовершенствование технологий, является не только широко используемым в настоящее время, но и перспективным в будущем научным и практическим направлением. Это актуально при исследовании труднодоступных территорий, на которых сложно осуществить синхронные одновременные наблюдения. Использование метода дистанционного зондирования при геоэкологических работах или инженерно-экологических изысканиях позволяет избежать огромных экономических и временных затрат, а также обеспечивает исследователя полными и достоверными сведениями о предмете исследования.

Литература

1. Балдина Е.А. Методика дешифрирования разновременных космических снимков в тепловом инфракрасном диапазоне [Текст] / Е.А. Балдина, М.Ю. Грищенко // Вест. МГУ. Сер. 5. География. – 2014. - № 3. - С. 35–42.
2. Грязнов О. Н. Геоэкологическое районирование освоенных территорий [Текст] / О.Н. Грязнов, И.Г. Петрова, Л.А. Стороженко // Екатеринбург: Известия УГГУ. - 2017. - Вып. 4(48). – С. 7-13.
3. Методические рекомендации по составлению эколого-геологических карт масштаба 1:20 000–1:100 000. М.: ВСЕГИНГЕО, 1996. 61 с.
4. Токарева О. С. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования Земли [Текст] / О.С. Токарева. - Томск: Издательство ТПУ, 2010. - 148 с.
5. Хорошев А.В. Современное состояние ландшафтной экологии [Текст] / А.В. Хорошев, Ю.Г. Пузаченко, К.Н. Дьяконов // Изв. РАН. Сер. геогр. – 2006. - № 5. С. 12–21.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ КОММЕРЧЕСКОГО ТУРИЗМА

Кобызев Н.С.

Научный руководитель – доцент А.И. Гусев

*Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет им. В.М. Шукшина,
г. Бийск, Россия*

Развитие туризма для любого региона несет на себе ощутимую нагрузку, как в плане транспортной, социальной, так и экологической сферах.

Для Алтайского региона особую ценность в экономическом росте в последние годы сыграла интенсивно развивающаяся сфера активного туризма. При увеличении потока туристов в труднодоступные и отдаленные районы региона увеличивается и вред от туристской деятельности. Вредоносными факторами человеческого воздействия на природу в таких случаях может быть и не велика в масштабах одной малочисленной группы. Но количество человек в одной группе может быть большим, и таких групп может быть в сезон до нескольких десятков, не считая всю периодизацию многолетнего функционирования туристского потока.

Не каждый турист, посещающий туристский регион в составе группы, осведомлен об особенностях поведения на маршруте, правилах быта и личной гигиены, оставляя за собой в тайне от руководителя кучи мусора, пагубно влияющие на отдельные живые организмы, а в рамках большого многолетнего туристского потока – биогеоценоза в целом.

Конец 1920-х годов прошлого столетия для Алтая принято считать началом его освоения как туристского региона и планового туристского движения. Первыми первопроходцами-туристами стали восемь человек из Новосибирска и Ленинграда под руководством Западно - Сибирского крайисполкома в путешествии по Телецкому озеру [1].

Почти через десятилетие все туристские организации были переданы профсоюзам, что обеспечило крепкую материальную базу.

В 1960 году было создано Алтайское туристско-экскурсионное управление, в ведение которого и перешли туристские организации. В этот период создаются детские туристские базы «Рассвет», «Юность» и «Медвежонок», организуются детские плановые туристские маршруты, по которым прошло с тех пор больше 150 тысяч девчонок и мальчишек с рюкзаками за плечами. Туристские активные маршруты этого периода были не только плановыми. В это же время активно развиваются туристские клубы на базе образовательных организаций, общественных кружков и домов пионеров [1].

Период 80-90-х годов внес свои коррективы в развитие планового туризма. Период Перестройки отнял возможность детям и их родителям регулярно отдыхать посещать лагеря отдыха и плановые маршрут в каникулярный период. В этой связи позднее, в период приватизации, появляются первые коммерческие туристские организации, предлагающие отдых на зарубежных курортах, что привлекло особый интерес у потенциального потребителя. На фоне разрушенных туристских баз и пионерских лагерей лазурный берег, открытые границы и отели с условиями премиум-класса стали привлекать более интенсивный поток российских туристов [1].

При вседозволенности зарубежных курортов выросло несколько поколений экологически непросвещенного туриста-потребителя. В последнее десятилетие с появлением возможности развития внутреннего туризма происходит интенсивное образование новых туристских организаций, реализующих организацию активных туров внутри страны. Такие организации являются местными малыми предприятиями

туристского бизнеса и многие из них создают красочную рекламу с описанием активных туров, перечнем услуг и положительных эмоций, которые туристы получают, попав на активный маршрут той или иной турфирмы [2].

Сам Сибирский федеральный округ как объект туристского интереса стал развиваться в это десятилетие как регион «дикого» туризма. Попав на активный маршрут по Алтаю, Хакасии, Тыве, Бурятии, Уралу, Камчатке, не каждый турист, испытавший уют и комфорт зарубежных отелей, пляжей и курортов, сможет вести себя как соиздатель-путешественник. Многие туристы на данных маршрутах ведут себя как типичные потребители, не обращая внимание на природоохранную деятельность на туристском маршруте: многие люди следуют советам опытных туристов постсоветской эпохи (обжигать и закапывать использованные консервные банки в землю, рубить для костра только молодые деревья, выкапывать дерн для постановки палатки, устанавливать лагерь подальше от других туристских групп, оставлять лишние продукты животным...) и почти никто не задумывается о вреде, который может принести лишь одна туристская группа в ряду многих десятков организованных групп, проходящих данный маршрут ежегодно.

По причине малой информированности и экологической неграмотности населения в последнее десятилетие стала актуальной проблема рационального природопользования на туристских активных коммерческих маршрутах. Данная проблема возникла не только по причине необходимости создания комфорта для всех туристских групп, посещающих данный маршрут и природоохранных законодательных мер, а по причине осмысления многими организаторами активных путешествий перспектив экологического воспитания туристов на маршруте.

Одними из первых представителей организаторов экологического туризма на Алтае является экологический проект «Чистые тропы Алтая», реализуемый туроператором ООО «Алтай-Поход», который в сообществе единомышленников стал организовывать экологические мероприятия на самых популярных маршрутах республики Алтай [4].

Проект «Чистые Тропы Алтая» - это некоммерческий проект ООО «Алтай-Поход», посвященный улучшению экологической обстановки, а также туристической привлекательности популярных туристических районов Республики Алтай и Алтайского края. Высокая популярность Алтая как туристического района с каждым годом набирает обороты. Большой поток туристов приносит неплохие финансовые ресурсы региону, но и оставляет после себя много благ цивилизации в виде мусора на тропах в тех местах, куда порой можно добраться только пешком. От этого страдают все: животные (при отравлении продуктами питания, оставленными туристами, а также полимерными материалами искусственного происхождения), грунты (при перекопке участков для установки палатки или костра, использовании синтетических влажных салфеток вместо хлопчатобумажных как средства гигиены), родниковые воды (при попадании в них синтетических и токсичных моющих, дезинфицирующих средств), живые деревья (при их безжалостной вырубке для использования в качестве дров или временных переправ) и отдельные компоненты природы [3].

В качестве улучшения экологической обстановки на маршрутах туристское предприятие ООО «Алтай-Поход» в рамках реализуемого проекта проводит регулярную ежегодную чистку троп пеших маршрутов Алтая:

- 2014 год – На Аккемской тропе от устья реки Аккем до Аккемского озера было утилизировано несчетное количество мусора, тысячи консервных банок, сотни газовых баллонов, расчищена тропа от завалов из бревен, отремонтированы мостики через ручьи, а также на популярных стоянках развешаны памятки для туристов.
- 2015 год – очистка Кучерлинской тропы и Кучерлинское озеро – один из самых популярных туристских маршрутов на Алтае «Кучерла – Аккем». Сама тропа вдоль реки Кучерла относительно чистая, но встречаются очаги мусора в таких популярных местах как стоянка у наскальных рисунков в гроте Куйлю, стоянка на устье Текелюшки.
- 2016 год – очистка туристских троп в районе Шавлинского озера.
- 2017 год – очистка туристских троп в районе долины реки Мажой, тропа и стоянки неподалеку от ледника Маашей.
- 2018 года были разбиты на несколько этапов. Первый и самый продолжительный - пеший поход по долинам рек Кучерла и Аккем. Две группы работали одновременно, двигаясь навстречу друг другу, по пути очищая стоянки и тропы. Второй этап – сплав по реке Катунь в средней и нижней её части с целью очистки берегов реки от природного и антропогенного загрязнения.
- 2019 год – очистка туристских троп в районе Шавлинского озера.
- 2020 год – очистка туристских троп по долинам рек Кучерла и Аккем.
- 2021 год – в планах очистка туристских троп в районе Шавлинского озера.

В качестве меценатов для поддержки данного экологического проекта выступают не только партнеры, но и конкурентные организации, помогая улучшить экологическую ситуацию на активных маршрутах [4]:

- АНО «Клуб активного туризма «Скала».
- Фонд президентских грантов.
- ООО «Аккем-Тур».
- Интернет магазин «Спорт-Марафон».
- ООО «Бийский завод стеклопластиков».
- ООО «От винта!»
- ООО «ЭКО-комплекс Кочевник».

Наряду с финансовой, материальной и технической поддержкой представленных организаций не остается без внимания и факт экологического образования на маршруте как инструкторского состава, так и самих туристов, посещающих Алтай. Опытные руководители туристских групп стараются объяснить гостям региона еще на стадии

инструктора перед началом маршрута правила поведения в походе, основы быта и утилизации отходов. Пища в походах готовится на газовых приборах в силу легкости транспортировки специализированного газового оборудования, и своей экологичности. Пустые газовые баллоны легки, компактны и без особых неудобств возвращаются в базовый лагерь для замены. Тщательно осуществляется подбор и обучение кадрового состава инструкторов, реализующих проведение пеших активных туров. Каждый инструктор и инструктор-стажер выбирается из числа студентов, обучающихся по специальности «Туризм» из образовательных организаций как самого города Бийска, так и всего Алтайского края.

Данный проект актуально реализовывать на современном этапе развития туризма не только в Алтайском регионе, но и в других туристских регионах Российской Федерации.

Проект «Чистые тропы Алтая» способен не только провести улучшение экологической ситуации на активных маршрутах, но и улучшить экономическую составляющую в развитии региона.

Литература

1. История туризма на Алтае [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.altaitur.com/pg-id-166.html>
2. Об основах туристской деятельности в Российской Федерации [Электронный ресурс]: федер. закон от 24.11.1996 N 132-ФЗ. – Доступ из справ. - правовой системы «КонсультантПлюс».
3. Туроператор ООО «Алтай-Поход» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.altai-pohod.ru/>
4. Чистые тропы Алтая. Ежегодный экологический проект [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://altai-pohod.ru/clear_altai/

ОЦЕНКА ФИТОТОКСИЧНОСТИ БУРОВОГО ШЛАМА НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТОМСКОЙ И ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОВСА AVENA SATIVA В КАЧЕСТВЕ ТЕСТ-ОБЪЕКТА

Коннова Ю.А.

Научный руководитель – доцент С.В. Азарова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Сегодня многие отходы, образующиеся в процессе жизнедеятельности предприятий, являются токсичными и воздействуют на все компоненты природной среды. К таким отходам относятся буровые шламы, возникающие при строительстве буровых скважин нефтедобывающей промышленности. Существуют методики для определения класса опасности отхода путем экспериментальных расчетов. В соответствии с СП 2.1.7.1386-03 при использовании экспериментального метода определения класса опасности отходов обязательным является фитотестирование [1].

Цель работы: оценить фитотоксичность бурового шлама на примере месторождений Томской и Иркутской области с применением овса *Avena sativa* в качестве тест-объекта.

Задачи: оценить токсичность проб бурового шлама нефтедобывающей промышленности на примере Шингинского, Южно-Шингинского и Кулгинского месторождений Томской области, Ярактинского и Марковского месторождений Иркутской области.

Методика исследования: МР 2.1.7.2297-07 Обоснование класса опасности отходов производства и потребления по фитотоксичности [4].

Методы биотестирования являются эффективными и малозатратными, и позволяют определить токсичность исследуемой пробы [6].

«Фитотест» основан на способности семян адекватно реагировать на экзогенное химическое воздействие путем изменения интенсивности прорастания корней, что позволяет длину последних принять за показатель тест-функции. Критерием вредного действия считается замедление или полное прекращение роста корней семян [5].

Исследования по определению токсичности буровых шламов методами биотестирования с использованием фито-теста - семян овса *Avena sativa* сорта Тогурчанин проводились в инженерной школе природных ресурсов в Национальном исследовательском Томском политехническом университете [4].

В проделанном опыте анализируются шесть проб. Первая и вторая проба- пробы бурового шлама (4 класс опасности), взятые с Шингинского и Южно-Шингинского нефтяных месторождений, расположенных на территории Парабельского и Каргасокского районов Томской области. Также, на территории Парабельского района Томской области располагается Кулгинское месторождение (4 класс опасности). Климат двух рассматриваемых районов резко континентальный, с продолжительной холодной зимой и коротким теплым летом. [2].

С Ярактинского нефтегазоконденсатного месторождения (ЯНГКМ) Иркутской области было отобрано две пробы. Первая проба (3 класс опасности)- сухая проба, отобранная из обезвоженного амбара 18 кустовой площадки эксплуатационной скважины. Вторая проба (жидкая)- проба бурового шлама (4 класс опасности) в текучем, вязком состоянии, с преимущественным запахом мазута, была отобрана с 38 кустовой площадки из разведочной скважины. Ярактинское нефтегазоконденсатное месторождение находится в северной части Усть-Кутского района и южной части Катангского района Иркутской области, и там же располагается Марковское нефтегазоконденсатное месторождение. Климат резко континентальный, со значительными колебаниями суточных и сезонных температур [3].

По методике в эксперименте используются неповрежденные семена овса *Avena sativa* сорта Тогурчанин со всхожестью не менее 95%. Фитотоксичность отхода определяется по биологическому действию его водного

экстракта. Проращивание семян осуществляется в чашках Петри с фильтрованной бумагой, куда вносится водный экстракт исследуемого отхода. Всего в опыте было задействовано 90 чашек Петри. Полученные результаты представлены в таблице 1 [4].

Фитотоксический эффект определяется с помощью сопоставления показателей тест-функции L_{cp} контрольных $L_{cp.k}$ и опытных $L_{cp.оп}$ семян по формуле $L_{cp} = \frac{\sum Li}{n}$, где Li - длина максимального корня каждого семени, мм; n - общее число семян, используемое в опыте. Эффект торможения определяется по формуле

$$Et = \frac{L_{cp.k} - L_{cp.оп}}{L_{cp.k}} \times 100\% [2].$$

Таблица

Результаты биотестирования проб бурового шлама на фитотоксичность нефтедобывающей промышленности

Месторождение, район	Результаты биотестирования проб
Ярактинское, Иркутская область Обезвоженная проба (4 класс опасности)	-
Ярактинское, Иркутская область Жидкая проба (3 класс опасности)	+
Марковское, Иркутская область (4 класс опасности)	-
Шингинское, Томская область (4 класс опасности)	-
Южно-Шингинское, Томская область (4 класс опасности)	-
Кулгинское, Томская область (4 класс опасности)	-
-	Отсутствие биологического влияния
+	

При выращивании семян овса, помещенных в водный экстракт бурового шлама с Ярактинского месторождения, были получены следующие результаты. В жидкой пробе с разведочной скважины наблюдается угнетение роста корней семян овса. Всхожесть семян в контроле составляет 74,8 %, в разведении 1:1- 53,2%. Максимальная всхожесть наблюдается в разведении 1:50 и составляет 78,7%. В данной пробе в разведении 1:1 был обнаружен фитотоксический эффект, равный 36,15 %. В соответствии с методическими указаниями фитотоксическое действие считается доказанным, если $Et \geq 20\%$. Следовательно, $36,15\% \geq 20\%$, что доказывает негативное воздействие отхода на рост корней овса и подтверждает присвоенный ему 3 класс опасности [4].

При фитотестировании обезвоженной пробы бурового шлама с эксплуатационной скважины угнетения корней овса не было обнаружено. Всхожесть семян в контроле-73,3%, в разведении 1:1- 74,7%. Фитотоксичность в данном опыте не была зафиксирована. Эффект торможения в разведении 1:1 составил 2,64 %, в разведении 1:2- 4,26 %, следовательно, полученные значения не превышают 20% и подтверждают присвоенный отходу 4 класс опасности. Также, в данной пробе наблюдается не только отсутствие негативного воздействия на корни овса, но и стимуляция их роста. Вероятно, это может быть связано с присутствием биогенных элементов, стимулирующих рост семян [4].

При проверке семян на всхожесть, помещенных в водный экстракт бурового шлама Марковского, Шингинского, Южно-Шингинского и Кулгинского месторождений, угнетения роста корней не было обнаружено. Марковское месторождение: всхожесть семян в контроле составляет 80%, в разведении 1:1-82,8%. Эффект торможения в разведении 1:1 составил -5,15 %, в разведении 1:2-(-8,69) %, следовательно, полученные значения не превышают 20% и подтверждают присвоенный отходу 4 класс опасности. Шингинское месторождение: всхожесть семян в контроле составляет 80%, в разведении 1:1-78,8%. Эффект торможения в разведении 1:1 составил -7,28 %, в разведении 1:2-(-17,28) %. Южно-Шингинское месторождение: всхожесть семян в контроле составляет 80%, в разведении 1:1-86,8%. Эффект торможения в разведении 1:1 составил -3,55 %, в разведении 1:2- 7,41%. Кулгинское месторождение: всхожесть семян в контроле составляет 80%, в разведении 1:1-78,8%. Эффект торможения в разведении 1:1 составил 8,84 %, в разведении 1:2-(-25,63) %. В пробах месторождений, где эффект торможения выявлен с отрицательным значением, наблюдается значительная стимуляция роста корней [4].

Вывод: Заявленный метод оценки фитотоксичности проб бурового шлама нефтедобывающей промышленности подтвердил свою эффективность в отношении многокомпонентного токсичного отхода. С помощью проведенных экспериментов было выявлено, что результаты фитотеста совпадают с присвоенным в паспорте классом отхода. Для снижения негативного воздействия на окружающую среду необходимо применить методы утилизации отходов бурения.

Литература

1. Климова, А.А. Определение токсичности бурового шлама с территории Томской области методами биотестирования для оценки возможности его дальнейшего использования [Текст] / А.А. Климова и др. // Нефтяное хозяйство. - 2018. - № 4. - С. 108-111.
2. Климова, А.А. Минералого-геохимическая специфика буровых шламов нефтяных месторождений на примере объектов Томской области [Текст] / А.А. Климова, Е.Г. Язиков, И.Р. Шайхиев // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. - 2020. - № 2. - С. 102-114.

3. Климова, А.А. Минералого-геохимическая специфика буровых шламов нефтегазоконденсатных месторождений на примере объектов Иркутской области [Текст] / А.А. Климова, Е.Г. Язиков // Вестник Забайкальского государственного университета - 2020. – № 2. – С. 32-39.
4. Коннова, Ю.А. Оценка фитотоксичности отходов горнодобывающих и нефтедобывающих предприятий [Текст] / Ю.А. Коннова // Издательство ТПУ, 2019. - Т. 1. - С. 586-588.
5. Русаков, Н.В. Обоснование класса опасности отходов производства и потребления по фитотоксичности [Текст] / Н.В. Русаков, И.А. Крятов, А.Г. Стародубов// Почвы. Очистка населенных мест. Бытовые и промышленные отходы. Санитарная охрана почвы. Методические рекомендации: Москва, 2007.
6. Фоминых, Д.Е. Экологическая и промышленная безопасность. Определение токсичности бурового шлама нефтегазовых месторождений Томской области методом биотестирования. [Текст] /Д.Е. Фоминых, А.В. Голещихин, Т.С. Постернак// Научно-технический вестник ОАО НК «Роснефть». - Москва, 2014 – С. 66-70

РТУТЬ В ОТХОДАХ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ПРИМЕРЕ ОБЪЕКТОВ ХАКАСИИ

Кучумова Е.Е.

Научный руководитель - доцент С.В. Азарова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Ртуть занимает особое место в ряду тяжелых металлов. Ртуть является токсикантом и относится к первому классу опасности. Обладая высокой летучестью, она может создавать серьезные экологические проблемы. Исследование этого элемента затрудняется тем, что это технофильное вещество, которое присутствует во всех компонентах биосферы, в том числе и в отходах горнодобывающей промышленности. Распределение и миграция ртути в окружающей среде осуществляются в виде круговоротов: глобального, в виде циркуляции паров ртути в атмосфере и локального круговорота, основанного на процессах метилирования неорганической ртути, поступающей, главным образом, из техногенных источников. Именно с круговоротом второго типа чаще всего связано формирование опасных с экологической точки зрения ситуаций [2]. Опасность и возможность этого элемента распространяться на большие расстояния подтверждает необходимость проведения исследований, закономерности распределения и концентрации данного элемента в горнодобывающей промышленности.

Целью данной работы было исследование концентраций ртути в отходах горнодобывающих предприятий Хакасии с применением метода атомно-адсорбционной спектроскопии. Задачи работы: определить содержание ртути в отходах горнодобывающей промышленности на примере различных месторождений Хакасии: угольном разрезе Чалпан, Кибик-Кордонском месторождении мрамора и Тейском железорудном месторождении.

Определение содержания ртути в отходах выполнено на анализаторе ртути RA 915+ с приставкой Пиро - 915+, согласно РД 52.18.827-2016 [3] в учебно-научной лаборатории микроэлементного анализа МИНОЦ «Урановая геология» ИШПР ТПУ под руководством Н.А. Осиповой. Метод основан на восстановлении до атомарного состояния содержащейся в пробе связанной ртути методом пиролиза и последующем переносе образовавшейся атомарной ртути из атомизатора в аналитическую кювету воздухом. В качестве стандартного образца использовали почвы ГСО-8923-2007. Навеска ртути составила 50-70 г. Границы относительной погрешности измерений составила примерно 0-35%, в зависимости от массовой доли ртути в образцах, при доверительной вероятности 0,095 и двух параллельных измерений.

Анализ ртути на Тейском железорудном месторождении проводился по 6 пробам. Пробы отбирались на отвалах вскрышных пород, а также в промпродукте. Максимальное среднее содержание ртути было отмечено на отвале южный-2 - 88,8±11,9 нг/г, также в пробах с отвалов южный и южный-1 среднее содержание ртути колеблется от 71,2±11,6 до 79,8±3,0 нг/г. Минимальные значения ртути обнаружены в промпродукте – 51±3,7 нг/г. При этом кларк в земной коре составляет – 83 нг/г (по Тейлору).

Таблица

Содержание ртути в отходах Тейского железорудного месторождения

Номер пробы	C ₁ (нг/г)	C ₂ (нг/г)	C ₃ (нг/г)	C _{ср} (нг/г)	Погрешность
Южный	73,2	77,4	68,1	71,2	±11,6
Хвостохранилище	59,9	59,9		59,9	±0
Промпродукт	51,4	50,7		51	±3,7
Северный	59,1	55,2	68,7	61	±17,3
Южный 1	80,1	79,6		79,8	±3,0
Южный 2	87,7	90		88,8	±11,9

Анализ ртути на угольном разрезе Чалпан проводилось по 21 пробе. Отбор проб проводился на отвалах и в почвах, расположенных рядом с отвалом. В пробах с отвалов среднее содержание ртути колеблется от 57,5±6,3 до 349,5±20,7 нг/г. По данным Я.Э. Юдовича [4], кларк ртути для бурых и каменных углей составляет 0,1 г/т (100 нг/г). Превышение кларка отмечено в пробах с отвалов 99211, 99212, 99213, 99214, 99217. Максимальное среднее значение принадлежит отвалу 99217 – 349,5±20,7 нг/г. Концентрирование ртути в точке 99217 может быть вызвано

способностью ртути легко переноситься на большие расстояния, в том числе переноситься после взрывов посредством главенствующего направления ветра. Так же концентрация ртути в отходах угольных месторождений зависит от свойств самого угля.

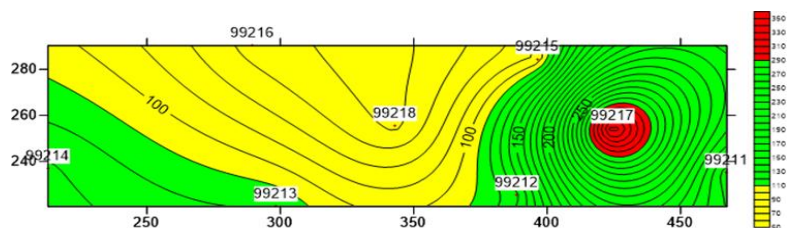


Рис.1 Распределение ртути на отвалах угольного месторождения «Чалпан»

Анализ ртути на Кибик-Кордонском месторождении мрамора проводился по 17 пробам. Отбор проб проводился на отвалах «грязный» и «чистый», шламоотстойнике и в почвах близлежащих к отвалам. По полученным данным, наибольший интерес вызывают пробы, взятые со шламоотстойника. На месте шламоотстойника было взято 9 проб. Наибольшим средним содержанием, превышающим кларк данного элемента в 12,5 раз характеризуется точка 99529. Далее от нее идет резкое уменьшение концентрации ртути во всех направлениях. Распределение ртути в шламоотстойнике представлено на рис.2. Также стоит отметить, что на отвале «грязный» складировались отходы не только вскрышных пород, но и золошлаковые отходы. Из анализа видно, что среднее содержание ртути в золошлаковых отходах составляет $110,6 \pm 37,6$ нг/г, что может быть охарактеризовано возможным влиянием вскрышных пород на золошлаковые отходы.

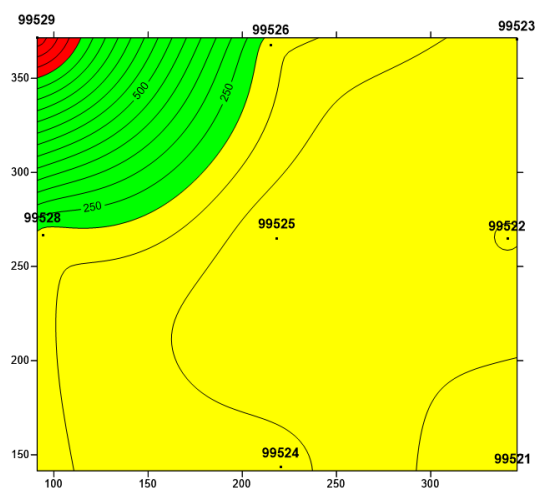


Рис.2 Распределение ртути в шламоотстойнике Кибик-Кордонского мраморного месторождения

Вывод: в целом на представленных месторождениях замечено превышение концентраций ртути по сравнению с значением кларка. Наибольший интерес вызывает Кибик-Кордонское месторождение мрамора. Шламоотстойник представлен в основном шламом, который образовался в результате промывки пил при вырезании мрамора, поэтому никаких специфичных реагентов, которые могли бы повлиять на превышение ртути в 12 раз, быть не должно. Исходя из проанализированной информации по этому месторождению и, в частности, шламоотстойнику, можно предположить, что такое локальное превышение концентрации ртути вызвано несанкционированной свалкой в пределах шламоотстойника, на которой возможно складирование, в том числе бытовых опасных отходов. Шламоотстойник располагается чуть дальше самого месторождения вблизи населенного пункта и подобное предположение можно считать возможным.

Литература

1. Азарова, С.В. Отходы горно-добывающих предприятий и комплексная оценка их опасности для окружающей среды (на примере объектов Республики Хакасия) [Текст] дис. ... канд. геол.- минер.наук./ Азарова Светлана Валерьевна. – Томск, 2005. - 235 с
2. Иванова, Е.С. Закономерности накопления и распределения ртути в компонентах наземных экосистем Вологодской области [Текст] дис. ... канд.биол.наук./ Иванова Елена Сергеевна. - Борок, 2013. - 31 с.
3. РД 52.18.827-2016 Массовая доля ртути в пробах почв, грунтов, донных отложений и биологического материала. Методика измерений методом атомно-абсорбционной спектроскопии "холодного пара". [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/556459506>
4. Юдович, Я.Э. Токсичные элементы-примеси в ископаемых углях. Екатеринбург [Текст] / Я.Э. Юдович, М.П. Кетрис. - Изд-во. УрО РАН, 2005. - 55 с.

ИЗУЧЕНИЕ ФАКТОРОВ МАГНИТНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА Г. ТАШТАГОЛ

Леухин И.В.

Научный руководитель - профессор Е.Г. Языков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В работе представлены результаты рекогносцировочных исследований почвы города Таштагол и прилегающих территорий на предмет магнитной восприимчивости как индикатора загрязнения окружающей среды.

Цель: Определить факторы, влияющие на магнитную восприимчивость почв Таштагола.

Задачи:

Провести обзор литературы по теме исследования

Определить метод и точки отбора проб, провести пробоотбор

Проанализировать образцы и интерпретировать полученные данные.

Объектом исследования служит территория г. Таштагол. Предмет изучения – магнитная восприимчивость почв и факторы, влияющие на неё. В качестве фона было выбрано две площадки: в посёлке Усть – Кабырза и взята проба на кордоне Медная в Шорском национальном парке. Выбор обусловлен отсутствием выраженных источников антропогенной нагрузки, а также схожестью типов почв на изучаемых территориях [1,3].

В Кузбассе ранее проводилось изучение почв, дорожного смёта и твёрдого осадка снега на примере города Междуреченск [5] Анализ магнитной восприимчивости проводился согласно методике, приложенной к капнометру [4], пробоподготовка проводилась по межгосударственному стандарту «Охрана природы (СООП) Почвы. Общие требования к отбору проб» [2].

Отбор проб в городе проводился 4-8 октября 2020 г, на фоновых участках 15,16 октября 2020 г. Всего было отобрано и исследовано 14 образцов почвенного покрова мощностью 5 см. Пробы в городе брались в двух основных функциональных зонах: на границе промышленной зоны и в районе многоэтажной (5-9 этажей) жилой застройки Схема пробоотбора представлена на схеме.

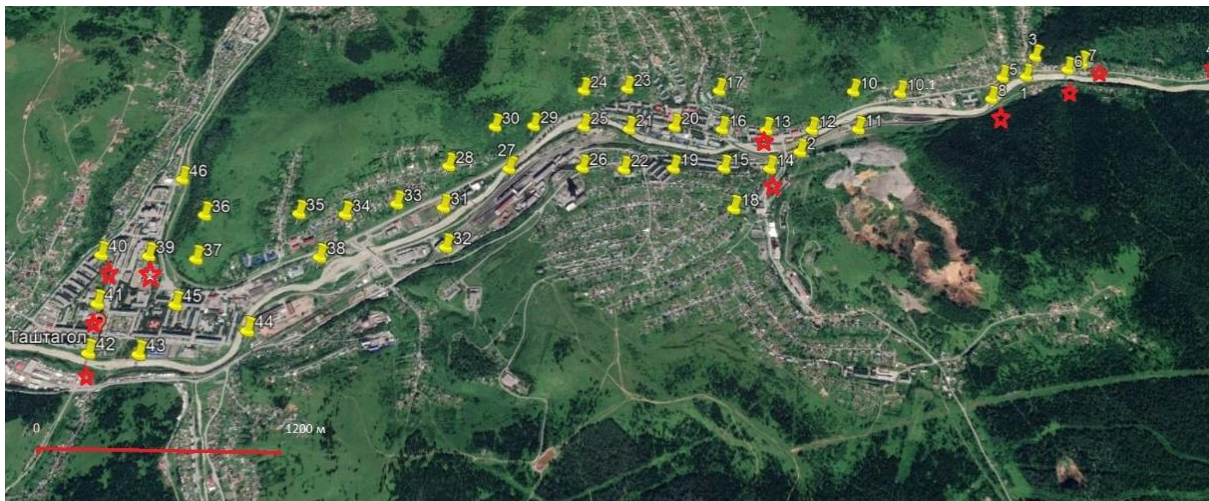


Рис. 1 Схема отбора проб почвы в г. Таштагол

*Жёлтым выделены запланированные точки отбора, красным – фактические места забора почвы

Планируется отбирать пробы по равномерной сети с шагом в 250 м, в ходе рекогносцировки было решено взять пробы в основных функциональных зонах города, чтобы иметь предварительную картину пространственного распределения и оценить целесообразность выбранного подхода.

Данные по магнитной восприимчивости приведены в таблице 1.

Далее при выведении описательной статистики использовался параметр удельной магнитной восприимчивости на 100 г. пробы. Результаты описательной статистики приведены в таблице 2.

Таблица 1

Магнитная восприимчивость почв

Название точки	Масса пробы грамм	Среднее (объёмная)*	Удельная магнитная восприимчивость ед*10 ⁻³ / 100 гр.
Т 1 котельная	80, 757	13, 836	17, 133
Т 13	79, 116	16, 82	21, 260
Т 14	81, 129	20, 226	24, 931
Т 39	80, 204	3, 036	3, 785098
Т 4	87, 311	2, 568	2, 942
Т 40	78, 733	3, 181	4, 041
Т 40 прикопка Кондома	55, 082	6, 546	11, 884
Т 41	71, 323	6, 404	8, 979
Т 42	73, 142	1, 819	2, 487
Т 6	93, 612	7, 226	7, 719
Т 7	90, 736	4, 178	4, 604
Т 8	66, 714	7, 970	11, 946
Ф 1 посёлок Усть - Кабырза	90, 816	1, 607	1, 770
Ф 2 Кордон Медная	102, 874	2, 716	2, 640
Внутренний контроль измерений			
Т 1	78, 408	13, 264	16, 917
Т 7	90, 764	4, 46	4, 914
Ф 1 посёлок Усть - Кабырза	82, 344	1, 5292	1, 857

*Объём кюветы равен 150 мл

Таблица 2

Описательная статистика

Параметр	Среднее значение	Медиана	Минимум	Максимум	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации	Асимметрия	Эксцесс
Магнитная восприимчивость	9,009	6,162	1,770	24,931	7,503	83,288	1,056	0,043

Результаты рекогносцировочных исследований указывают на необходимость большего числа отбора проб с дальнейшим изучением минерального состава отбираемых почв как фактора, влияющего на магнитная восприимчивость. Проба 40 обращает на себя отдельное внимание. Основная проба была отобрана вблизи дома на берегу реки Шалым, расположенного на надпойменной террасе. Прикопка была взята в трансаккумулятивной фации ландшафтной катены и разница в магнитной восприимчивости ясно показывает влияние ландшафтных условий на накопление загрязняющих веществ в пределах города, а значит при более подробных исследованиях возникает необходимость учитывать характеристики рельефа как фактора, определяющего распределение загрязняющих веществ. Необходимо знать минеральный состав исследуемых проб, на данном этапе исследования изучить его не удалось. Из данных таблицы 1 ясно можно выделить два кластера: вблизи промышленных объектов – с повышенной магнитной восприимчивостью и вблизи застройки с меньшей магнитной восприимчивостью. Это указывает на непосредственное влияние металлургического производства в части накопления загрязняющих веществ в почве. Внутренний контроль показал достоверность результатов аналитических работ.

В перспективе, летом 2021 года, планируется отобрать все необходимые пробы почвы с учётом результатов рекогносцировочных исследований.

Литература

1. Администрация Таштагольского района, Почвы. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://atr42.ru/index/pochvy/0-33>
2. ГОСТ 17.4.3.01-2017. Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к отбору проб. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200159508>
3. Кадастровые сведения о Шорском национальном парке за 2017 – Таштагол, 2020г. 213 с.
4. Пат. 2133487 Россия, МПК6 G 01 V 9/00. Способ определения техногенной загрязнённости почвенного покрова тяжёлыми металлами группы железа (железо, кобальт, никель) / Язиков Е.Г., Миков О.А.; заявитель и патентообладатель. Томский политехн. ун-т. – № 98100689; заявл. 08.01.98; опубл. 20.07.99.
5. Е.Г. Язиков, Н.А. Осипова, А.В. Таловская, К.Ю. Осипов. Магнитная восприимчивость дорожной пыли как индикатор загрязнения территории в зоне воздействия предприятий угледобычи (в печати)

**ОЦЕНКА ЗАТРАТ НА МЕРОПРИЯТИЯ ПО ГЕОТЕХНИЧЕСКОМУ МОНИТОРИНГУ НА
ОБЪЕКТАХ ОБУСТРОЙСТВА МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА В КРИОЛИТОЗОНЕ**

Лузина А. А.

Научный руководитель - ведущий инженер отдела геотехнического мониторинга и
прогнозного моделирования Филимонова О. М.
АО «ТомскНИПИнефть», г. Томск, Россия

В настоящее время развитие нефтегазовой отрасли в России стимулирует интенсивное строительство объектов добычи и транспортировки нефти и газа в северных регионах, характеризующихся сложными инженерно-геологическими и геокриологическими условиями.

Здания и сооружения являются причиной изменения теплового состояния многолетнемерзлых грунтов основания сооружений в процессе строительства и эксплуатации, что является причиной возникновения опасных инженерно-геологических и геокриологических процессов. Практика показывает, что их развитие может привести к возникновению аварийных ситуаций на объектах нефтегазового комплекса, где размеры штрафы несоизмеримы с затратами для контроля за соблюдением проектного состояния всех процессов во время строительства и эксплуатации, и затрат на их ремонт и восстановление.

Геотехнический мониторинг - комплекс работ, основанный на натуральных наблюдениях за поведением конструкций вновь возводимого или реконструируемого сооружения, его основания, в т.ч. грунтового массива, окружающего (вмещающего) сооружение, и конструкций сооружений окружающей застройки.

Основными руководящими документами являются:

1. Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»;
2. СП 25.13330.2012 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах». Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88»;
3. СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений». Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83»;
4. СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85»;
5. СП 305.1325800.2017 «Здания и сооружения. Правила проведения геотехнического мониторинга при строительстве»;
6. ГОСТ 27751-2014. «Межгосударственный стандарт. Надежность строительных конструкций и оснований»;
7. ГОСТ 31937-2011. «Межгосударственный стандарт. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния».

Изменение климата приводит к увеличению температуры вечной мерзлоты, при этом возникают неблагоприятные процессы, влияющие на устойчивость сооружений. Отчасти из-за этого, хотя также и из-за иных факторов, связанных с условиями эксплуатации, в последние 2 десятилетия значительно возросло число аварий и повреждений объектов инфраструктуры в криолитозоне.

В Западной Сибири ежегодно происходит около 35 тысяч аварий на нефте- и газопроводах, около 21% из них вызваны механическими воздействиями и деформациями. На нефтяных месторождениях одного лишь Ханты-Мансийского АО происходит в среднем 1900 аварий в год. Вблизи Уренгоя был отмечен подъем секции трубопровода на 1,5 м в течение одного года. На поддержание работоспособности трубопроводов и ликвидацию их деформаций, связанных с изменениями вечной мерзлоты, ежегодно тратится до 55 млрд. рублей.

Основываясь на СП 25.13330.2012 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах». Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88» геотехнический мониторинг необходимо проводить для всех зданий и сооружений в районах распространения многолетнемерзлых грунтов.

До 01.09.2020 г. по СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений». Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83», так же геотехнический мониторинг нужно было проводить и для третьей категории сложности инженерно-геологических условий.

Но, с 01.09.2020 г. вступило в силу Постановление правительства РФ №985 об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил, в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений". Из п.1 данного постановления обязательным к исполнению становится п. 12.4 СП 22.13330.2016 по которому геотехнический мониторинг необходимо проводить на талых грунтах для объектов второй и третьей геотехнических категорий, что ведет за собой увеличение объемов работ.

Также, в соответствии с письмом ПАО «НК «Роснефть» от 01.10.2020 г. внутри обществ группы так же ужесточились требования по организации и проведению геотехнического мониторинга.

Так, один из наиболее ярких примеров за последнее время - это авария в Норильске. В результате повреждения топливного резервуара Норильско-Таймырской энергетической компании разлилось более 20 тыс. тонн дизельного топлива, значительная часть которого оказалась в реке Амбарной с угрозой попасть в ледниковое озеро, а затем и в Карское море. Возникла угроза экологической катастрофы. Авария таких масштабов впервые произошла в Арктической зоне РФ, в результате чего была объявлена аварийная ситуация федерального масштаба.

По версии «Норникеля» и властей Красноярского края, авария произошла из-за таяния вечной мерзлоты, из-за чего у резервуара внезапно просели фундамент и опоры. А также, по имеющейся информации, на объекте не проводился визуальный осмотр сооружений, в результате которого данной аварии можно было бы избежать.

Ущерб от данной аварии колоссальный, и составил приблизительно 191,5 млрд. рублей. Так Росприроднадзор оценил сумму экологического ущерба от разлива топлива почти в 148 млрд. руб., росрыболовство на сумму 40 млрд. руб. и выписало штраф на 3,5 млрд. руб. Ростехнадзор оштрафовал на 1 млн. руб., что является максимальным штрафом за нарушение норм промышленной безопасности.

Проанализировав ТЭЦ-3 по имеющейся у нас информации, мы посчитали стоимость затрат на обустройство сети ГТМ и затраты на его проведение.

Как видно из таблицы 1, затраты на обустройство сети и проведения ГТМ на весь период строительства и эксплуатации составляет порядка 112,4 млн. рублей. В то время как ущерб от аварии составляет порядка 191,5 млрд. рублей. К тому же по имеющейся информации в интернете данный резервуар не подлежит восстановлению. Затраты на демонтаж и постройку нового резервуара составят 1,5 млн рублей.

Таблица

Экономическая эффективность

Основные затраты на обустройство сети и проведение ГТМ	Сумма
Обустройство сети ГТМ	≈320,66 тыс. руб.
Затраты на проведения ГТМ на период строительства (3,5 года)	≈53 176,77 тыс. руб.
Затраты на проведения ГТМ на период эксплуатации (20 лет)	≈58 904,96 тыс. руб.
Итого	≈112,40 млн. руб.

Катастрофа в Норильске еще раз показала, что строительство в условиях вечной мерзлоты – процедура довольно сложна, нужно учесть множество факторов, которые касаются как свойств грунта, так и поведения конструкций в условиях климатических изменений.

Так, геотехнический мониторинг путем организации контроля температурного режима грунтов основания и получения данных сети деформационных марок дает возможность обеспечить безопасность зданий и сооружений и снизить риски, связанные с производственной и хозяйственной деятельностью.

В результате череды экологических катастроф ужесточались нормы, в частности по организации и проведению геотехнического мониторинга, в следствии чего увеличился объем выполняемых работ.

Проанализировав аварию на ТЭЦ-3 стоимость нанесенного ущерба составляет 191,5 млрд. руб. Затраты на обустройство сети и проведение ГТМ на весь период строительства и эксплуатации 112,4 млн. руб., что составляет всего 1% от стоимости ущерба в результате аварии.

Литература

1. Основные направления развития фундаментостроения в зоне распространения вечномёрзлых грунтов (ОАО «Фундаментпроект») [Электронный ресурс]. – <http://www.fundamentproekt.ru>;
2. СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений». Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/456054206>;
3. СП 25.13330.2012 «Основания и фундаменты на вечномёрзлых грунтах. Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095519>

РУТУТЬ В ПОЧВАХ ОТВАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ДОБЫЧЕ ИЗВЕСТНЯКА НА ПРИМЕРЕ МАЛОСАЛАИРСКОГО ОТВАЛА ФЛЮСОВЫХ ИЗВЕСТНЯКОВ Луц Е.Ю.

Научный руководитель – доцент С.В. Азарова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Человек и природа всегда находились в тесном взаимодействии друг с другом. Но на сегодняшний день под действием техногенеза состояние окружающей среды интенсивно изменяется, что сопровождается загрязнением её компонентов, которое проявляется, в первую очередь, изменением химического состава путем привнесения элементов и веществ, несвойственных их природным особенностям. В настоящее время глобальный характер обрели проблемы деградации экосистем в целом, а также их базовой основы – почвы. Существуют регионы, в которых эта проблема приобретает особую значимость, и таким регионом является Кузбасс. В 2011 году в регионе ввели в эксплуатацию около 11 угольных предприятий. Такие темпы роста развития предприятий приведут к возрастанию площади нарушенных земель. Сегодня большая часть площади почвенного покрова земель сельскохозяйственной части региона в той или иной степени деградировано, около 100 тыс. га уничтожено полностью [2].

Ртуть – один из более опасных элементов-загрязнителей биосферы с высочайшим показателем токсичности среди тяжелых металлов, что вызвано ее способностью вызывать мутагенные изменения в молекуле

ДНК, ингибируя белковые молекулы, а также нарушая их биосинтез. Ртуть способна тормозить рост и ускорять старение растений, вызывая их гибель. И как один из наиболее опасных загрязнителей, ртуть привлекает к себе внимание общественности, специалистов из разных областей знаний [1].

Целью настоящей работы явилось изучение содержания ртути в пробах почвы с поверхности Малосалаирского отвала флюсовых известняков и установить закономерность её распределения на территории и вниз по почвенному профилю, а также в почвенных фракциях разного диаметра.

Задачи: 1) определить содержание ртути в пробах исследуемых почв; 2) сравнить полученные значения с результатами фоновых проб, ПДК, литературными данными; 3) интерпретировать полученные данные в виде диаграмм и карт.

Методика исследования включала в себя полевые исследования, в результате которых был изучен рельеф местности, составлены геоботанические описания, в соответствии с которыми были выбраны места для заложения разрезов таким образом, чтобы отобрать образцы распространенных типов эмбриозёмов. Отбор почвенных проб проводился в июле 2019 года на Малосалаирском отвале флюсовых известняков, расположенном на Севере г. Гурьевск Кемеровской области. В процессе исследований было заложено 12 разрезов различных типов эмбриозёмов – инициальных, органо-аккумулятивных, дерновых. Из 12 заложённых разрезов лабораторным исследованиям подверглось 7 разрезов. Разделение почв на фракции проводили путем последовательного просеивания образцов через сита с отверстиями разного диаметра.

Определение ртути было проведено на атомно-абсорбционном спектрометре РА-915+ с зеемановской коррекцией. Почвенные пробы анализировались с помощью пиролитической приставки ПИРО-915 (метод пиролиза; предел обнаружения ртути - 5 мкг/кг), жидкие фракции - с помощью приставки РП-91 (метод «холодного пара»; предел обнаружения ртути - 0,005 мкг/дм³) под руководством Осиповой Н.А – доцента отделения геологии, в лаборатории микроэлементного анализа МИНОЦ «Урановая геология».

В результате исследования была составлена диаграмма распределения ртути в почвенных фракциях разного диаметра (рис.1)

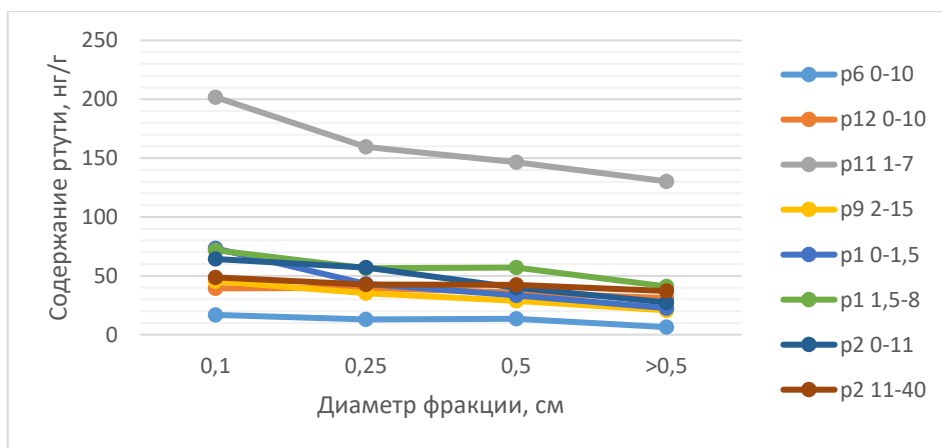


Рис. 1 Содержание ртути в разных фракциях исследуемых почв, нг/г

В исследуемых почвах содержание ртути колеблется в интервале от 6,4 до 201,8, среднее содержание ртути во фракциях >0,5см, 0,5см, 0,25см и 0,01см соответственно равно 39,58; 49,61; 36,25; 70,19. Таким образом интенсивное накопление ртути наблюдается в наименьшей фракции 0,01см. Что, таким образом, подтверждает литературные данные: содержание ртути во фракции линейно зависит от площади поверхности зёрен. Наиболее высокие концентрации ртути характерны для фракции менее 50 мкм [3]. Это связано с тем, что в данной фракции идёт аккумуляция илистой и органической части почвы, с которой связывается ртуть, образуя прочные соединения. Полученные данные примерно сравнимы, за исключением одного образца – эмбриозёма органо-аккумулятивного (r11 1-7), в котором содержание ртути достигает 201,8 нг/г. Невысокое содержание ртути в инициальных эмбриозёмах, представленных разрезами 6 и 12, объясняется тем, что данные образцы состоят из известняковой породы и характеризуются достаточно высокими показателями рН, что не дает ртути аккумуляроваться.

Помимо фракционного распределения ртути в исследуемых почвах также была составлена гистограмма изменения содержания ртути вниз по почвенному профилю (рис.2)

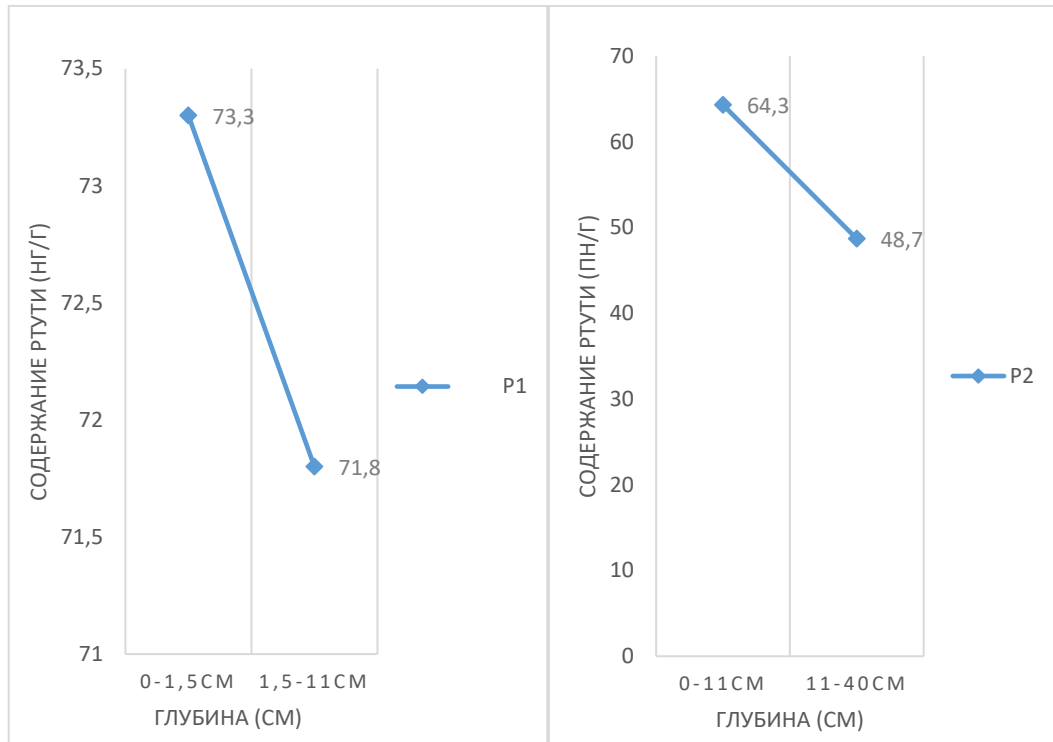


Рис. 2 Распределение содержания ртути вниз по почвенному профилю разрезов 1,2 (нг/г) (эмбриозёмы дерновые)

На рисунке 2 наглядно продемонстрирована закономерность снижения концентрации ртути вниз по почвенному профилю. Гистограмма подтверждает то, что ртуть аккумулируется в органической части почвы, фракции которой и являются наиболее тонкими.

Таким образом в почвах Малосалаирского отвала флюсовых известняков содержание ртути колеблется в пределах от 6,4 до 201,8 нг/г. Такой разброс в значениях объясняется различной степенью развитости исследуемых эмбриозёмов: наименьшим содержанием характеризуется инициальный эмбриозём, так как данный вид почвы не подразумевает наличие органического или органо-минерального горизонта, в которых в наибольшей степени и аккумулируется ртуть. Тем самым и объясняется завышенный показатель ртути в эмбриозёме органо-аккумулятивном. Среднее содержание ртути во фракциях >0,5см, 0,5см, 0,25см и 0,01см соответственно равно 39,58; 49,61; 36,25; 70,19 нг/г. Что, соответственно, подтверждает литературные данные: концентрация ртути во фракции пропорциональна суммарной площади поверхности зёрен [3]. Изменение концентрации ртути в почвенном профиле также обусловлено понижением содержания илистой фракции почвы вниз по профилю, уходя в породу отвала, которой является известняк.

Литература

1. Гордеева, О. Н. Формы нахождения ртути в почвах природно-техногенных ландшафтов Приангарья [Электронный ресурс] / Гордеева О. Н., Белоголова Г. А., Рязанцева О. С. // Современные проблемы геохимии: материалы конф. молодых ученых 12-17 сентября 2011 г. – Иркутск: Институт геохимии СО РАН. – Режим доступа: <http://www.igc.irk.ru/Molod-konf/offline-2011/youngconf-2011/ru/reportview/49348.html>.
2. Малахов С.М. Чрезвычайная экологическая ситуация в Кузбассе – возможные пути решения [Текст] / С.М. Малахов // Труды Междунар. науч.–практ. конф. «Экологические проблемы угледобывающей отрасли в регионе при переходе к устойчивому развитию». – Кемерово, 1999. – С. 120–124.
3. Питиримов П.В. Ртуть в почвах на территории исторической части СПбГУ [Текст] / П.В. Питиримов // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7. Геология. География. - 2014. - №1. - С. 57-61.

СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ В ЭПИФИТНЫХ ЛИШАЙНИКАХ НА ТЕРРИТОРИИ ПРИРОДНОГО КОМПЛЕКСА «ЗОЛОТЫЕ ГОРЫ АЛТАЯ»

Малютена С.А., Большунова Т. А., Чернышев К. Н.

Научный руководитель – доцент С. В. Азарова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Мониторинг состояния окружающей среды в условиях постоянной интенсивной антропогенной нагрузки на экосистемы является неотъемлемой частью экологических исследований. Изучение природных компонентов на предмет химических загрязнителей, в частности тяжелых металлов, имеет значительную роль при оценке влияния техногенных процессов на окружающую среду.

Ртуть – ведущий естественный элемент, подлежащий строгому контролю и нормированию в связи со своей чрезвычайной токсичностью для человека и биоты в целом [7].

Актуальность использования эпифитных лишайников в качестве биоиндикаторов состояния окружающей среды на заповедных территориях природного комплекса «Золотые горы Алтая», в частности природного парка «Белуха», обусловлена их чрезвычайной чувствительностью к любым изменениям в атмосфере. Лишайники являются надежными индикаторами: за счет длительного периода их жизни возможно отследить динамику изменений содержания загрязняющих веществ в окружающей среде [3].

Значимость мониторинга на территории природного комплекса «Золотые горы Алтая» заключается в уникальности и своеобразности его природы. Комплекс занимает значительную часть Алтайской горной области, части пояса гор Южной Сибири. С 1998 года природный парк «Белуха», как часть Катунского заповедника и буферной зоны вокруг горы Белуха и другие объекты комплекса числятся в Списке объектов всемирного наследия ЮНЕСКО. Регион представлен последовательно сменяющимися друг друга высотными растительными зонами центральной части Сибири. Также особую важности имеет наличие здесь мест обитания исчезающих видов животных [2].

Цель исследования – оценка уровня ртутной загрязненности атмосферы на территории природного парка «Белуха» по результатам анализа эпифитных лишайников.

Отбор проб эпифитных лишайников проводился в сухую погоду у подножья горы Белуха в августе 2019г. Всего было получено 13 образцов лишайников: эпифитных - *Usnea subfloridana*, *Evernia mesomorpha*, *Lobaria pulmonaria*, и почвенных - *Cladonia rangiferina*. Пробы эпифитных лишайников отбирались со стволов взрослых деревьев, в основном хвойных видов. После сбора образцы были очищены от инородных включений и высушены при комнатной температуре [1].

Определение количественного содержания ртути в лишайниках проводилось в лаборатории микроэлементного анализа Международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» Томского политехнического университета с помощью анализатора ртути с зеэмановской коррекцией неселективного поглощения «РА-915М», пиролитической приставки «ПИРО-915+» и пакета программ RA915P. Перед началом измерений проводилась градуировка по стандарту «Лист березы» (ГСО 89232007, СО КООМЕТ 0067-2008-RU) с содержанием ртути 37 нг/г. Масса навески составляла 20-60 мг.

Результаты измерений представлены в таблице 1.

Таблица 1

Концентрации ртути в эпифитных лишайниках на территории природного парка «Белуха»

№	Характеристика площади отбора	Вид лишайника	Концентрация ртути в пробе, нг/г	Среднее по всем точкам, нг/г	Фоновое значение [6], нг/г
1	Район водопада Текелю	<i>Usnea subfloridana</i>	276,6	209,0	0,05
2	Район водопада Текелю	<i>Usnea subfloridana</i>	213,8		
3	Район водопада Текелю	<i>Usnea subfloridana</i>	273,8		
4	Район водопада Текелю	<i>Usnea subfloridana</i>	274,4		
5	Подножие г. Белухи, у Аккемского ледника	<i>Cladonia rangiferina</i> (почвенный лишайник)	19,8*		
6	Подножие г. Белухи, у Аккемского ледника	<i>Evernia mesomorpha</i> <i>Usnea subfloridana</i>	317,9		
7	Аккемское озеро - р. Аккем	<i>Evernia mesomorpha</i> <i>Usnea subfloridana</i>	354,1		
8	Аккемское озеро - р. Аккем	<i>Evernia mesomorpha</i>	145,8		
8а		<i>Usnea subfloridana</i>	116,7		
9	Аккемское озеро - р. Аккем	<i>Cladonia rangiferina</i> (почвенный лишайник)	46,8*		
10	Аккемское озеро - р. Аккем	<i>Usnea subfloridana</i>	142,6		
11	р. Аккем – стоянка «Три березы»	<i>Lobaria pulmonaria</i>	107,1		
12	р. Аккем – стоянка «Три березы»	<i>Lobaria pulmonaria</i>	76,5		

*В связи с тем, что концентрация ртути в напочвенных лишайниках на порядок ниже, чем в эпифитных, при расчете среднего значения эти показатели исключались

Для оценки полученных результатов, необходимо их сопоставление с данными похожих исследований. В качестве примера в таблице 2 приведены содержания ртути в эпифитных лишайниках на территориях Крымского полуострова [5].

Таблица 2

Средние значения содержаний ртути в пробах эпифитных лишайников на территориях Крымского полуострова

№	Исследуемый район	Среднее содержание ртути в пробах эпифитных лишайников, нг/г
1	Г. Армянск	85,0
2	Г. Симферополь	64,0±17,0
3	Красные пещеры, 3 км от с. Перевальное-2, Симферопольский район	79,0±25,0
4	С. Краснолесье, Симферопольский район	66,0±10,0
5	С. Высокое, Бахчисарайский район	64,0±21,0
6	Г. Севастополь	60,0±19,0
7	Ялтинский горно-лесной природный заповедник	306,0
8	Гор. округ Ялта	82,0±12,0
9	Крымский природный заповедник	130,0±42,0
10	Демерджи-яйла, ООПТ	110,0
11	Г. Судак	106,0±6,0
12	Гор. округ Феодосия	77,0±38,0
13	Г. Керчь	71,0±10,0

Для наглядности все значения приведены в графике на рисунке.



Рис. Сравнительный график значений содержания ртути в лишайниках эпифитах природного парка «Белуха» и полуострова Крым

Анализируя полученные данные, можно заметить, что значения концентраций ртути на заповедных и парковых территориях существенно выше значений в населенных пунктах. Такие результаты на Алтае говорят о высокой степени ртутного загрязнения как природного, так и техногенного характера. Причинами столь высоких значений можно назвать близость Акташского ртутного рудника, Алтае-Саянскую ртутную провинцию и металлургические центры Юго-Западной Сибири и Восточного Казахстана [4].

Литература

1. Большунова Т. С. Оценка степени трансформации природной среды в районах нефтегазодобывающего комплекса томской области по данным изучения снегового покрова и лишайников-эпифитов [Текст]: диссертация на соискание ученой степени канд. г.-м. наук. / Большунова Татьяна Сергеевна. – Томск, 2015. – 182 с.
2. Буторин, А. А. Золотые горы Алтая: Объект всемирного наследия / А. А. Буторин, Т. Яшина; Фонд "Охрана природного наследия". – Москва: Охрана природного наследия, 2009. – 59 с.
3. Евстафьева Е. В. и др. Содержание ртути в эпифитных лишайниках на территории Республики Крым [Текст] / Евстафьева Е. В. // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2019. – Т. 330. – №. 7.
4. Робертус Ю. В. Дендрогеохимическая индикация трансграничных переносов экотоксикантов на территорию Алтая [Текст] / Робертус Ю. В., Рихванов Л. П., Любимов Р. В. // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2010. – Т. 317. – №. 1.
5. Территориальные особенности распределения ртути в эпифитных лишайниках Крымского полуострова [Текст] / А.М. Богданова, Е.В. Евстафьева, Н.В. Барановская, Е.Е. Ляпина, С.Л. Тымченко, Т.С. Большунова // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2020. – №. 50.
6. Элементный состав лишайника Rhizocarpon на камне как индикатор переноса загрязняющих веществ на территорию Алтая [Текст] / Робертус Ю. В., Рихванов Л. П., Юсупов Д. В., Любимов Р. В., Кивацкая А. В.,

- Ситникова В. А., Большунова Т. С. // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2020. – Т. 331. – №. 3.
7. World Health Organization/ United Nations Environment Programme (WHO/UNEP). Guidance for identifying populations at risk from mercury exposure. World Health Organization, Geneva, Switzerland: Inter-Organization Programme for the Sound Management of Chemicals, 2008. 167 p. URL: <https://www.who.int/foodsafety/publications/chem/mercuryexposure.pdf> (дата обращения: 31.03.2020).

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ПОВРЕЖДЕННЫХ ДЕРЕВЬЕВ НА СНИМКАХ С БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Маслов К. А.

Научный руководитель – доцент О.С. Токарева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Уссурийский полиграф – инвазионный короед, поселяющийся в естественных и искусственных насаждениях пихты сибирской и негативно воздействующий на состояние деревьев, что приводит к их усыханию. Ареал вредителя включает в себя Томскую, Кемеровскую, Новосибирскую области, Алтайский край и другие субъекты Российской Федерации и постоянно расширяется [1, 2].

Аэрокосмический мониторинг позволяет регулярно получать достоверную информацию для больших площадей лесных насаждений, что необходимо при оценке текущего состояния пихтарников, отслеживания изменений, обнаружения очагов массового размножения вредителя и планирования соответствующих лесохозяйственных мероприятий. При этом снимки, получаемые с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), имеют ряд преимуществ в использовании при сравнении с космическими снимками: более высокое пространственное разрешение, условная независимость от облачности и более гибкий выбор времени съемки. В данной работе предлагается использовать методы машинного обучения для автоматизированной интерпретации снимков с БПЛА в задаче сегментации поврежденных деревьев пихты на изображениях.

За основу взята шкала состояния деревьев пихты сибирской в очагах уссурийского полиграфа, разработанная сотрудниками Института мониторинга климатических и экологических систем [2]. В зависимости от цвета и изреженности кроны, степени усыхания, повреждений стволов деревьев и т.п. выделяется шесть категорий (рис. 1).

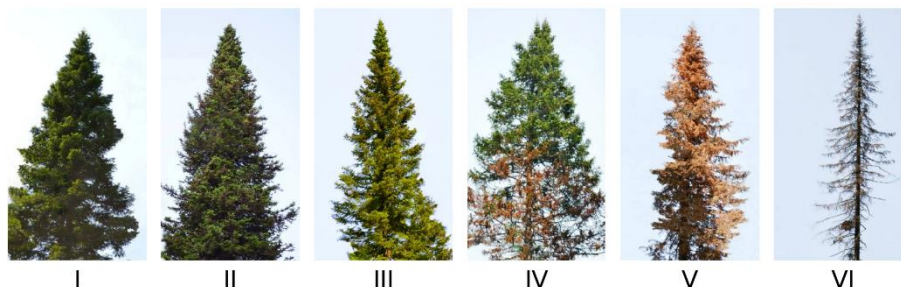


Рис. 1 Кроны деревьев пихты сибирской. Категории повреждения уссурийским полиграфом обозначены римскими цифрами [2]

В качестве исходных данных были использованы три снимка в видимом диапазоне электромагнитного спектра, сделанные с БПЛА мультироторного типа DJI Phantom 3 Standard в августе 2017 г.. Высота съемки составляла примерно 350 м, что соответствует пространственному разрешению порядка 0,10 м в области надира. При интерпретации снимков с БПЛА эксперт не смог отделить друг от друга некоторые категории деревьев, поэтому всего было выделено четыре класса деревьев пихты: 1) «живые» (соответствует категориям I и II), 2) «отмирающие» (III и IV), 3) «свежий сухостой» (V) и 4) «старый сухостой» (VI), пиксели остальных объектов относились к классу 0 «фон». На рис. 2, а представлены фрагменты исходных снимков с указанием классов деревьев пихты. Области размеченных точечными метками кроны были представлены в виде полигонов (рис. 2, б) с использованием графического редактора GIMP.

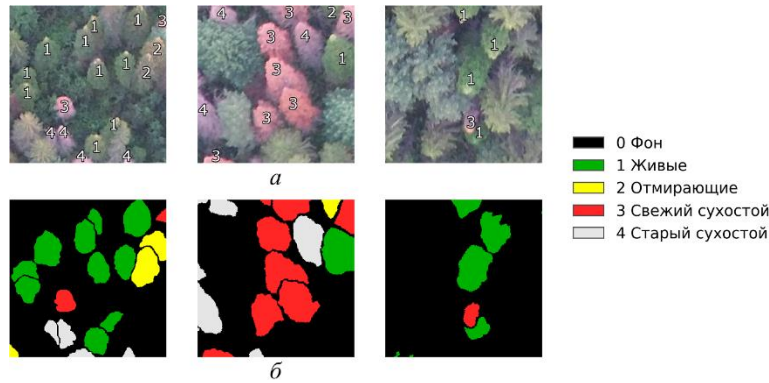


Рис. 2 Фрагменты исходных снимков (а) и соответствующие эталонные карты сегментации (б)

Из исходных данных был выделен тестовый участок, который не участвовал в процессах обучения и валидации алгоритмов. Для решения поставленной задачи выявления поврежденных деревьев на снимках с БПЛА было использовано три алгоритма: градиентный бустинг [3] с использованием текстурных признаков Харалика [4], полносверточная сеть SegNet [6] и полносверточная сеть U-Net [7]. При этом в данной работе использовались модифицированные архитектуры сетей SegNet и U-Net.

На рис. 3 представлены результаты классификации трех тестовых сцен с использованием предложенных алгоритмов.

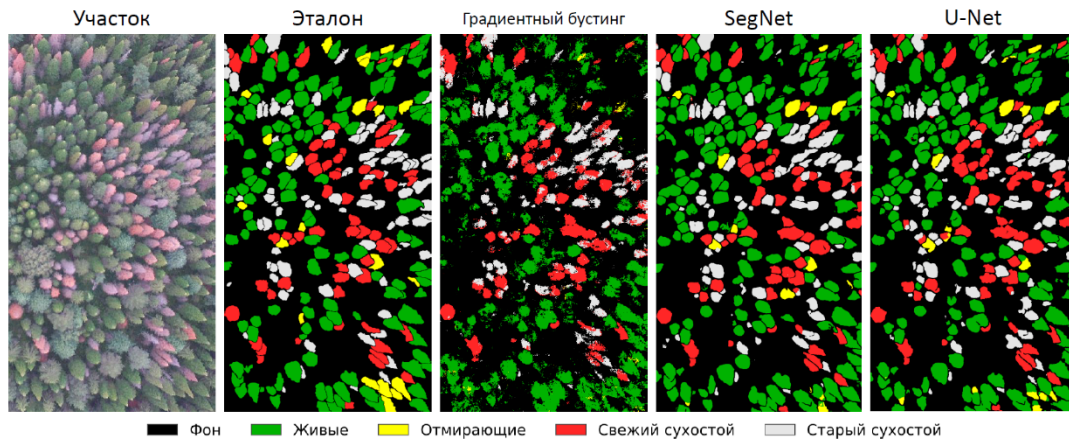


Рис. 3 Изображение тестового участка, эталонная карта сегментации и результаты сегментации тестового участка

Визуальный анализ рис. 3 позволяет утверждать о том, что все предложенные алгоритмы применимы к поставленной задаче, однако градиентный бустинг с использованием признаков Харалика не справился с сегментацией деревьев пихты класса «отмирающие». В таблице приведены значения метрик IoU [5] для всех выделенных классов и mIoU (среднего значения IoU по всем классам), показывающей общее качество сегментации при использовании конкретного алгоритма.

Таблица

Значения IoU и mIoU для результатов сегментации тестового участка

Алгоритм	IoU					mIoU
	Фон	Живые	Отмирающие	Свежий сухой	Старый сухой	
Градиентный бустинг	0,76	0,53	0,05	0,62	0,50	0,49
SegNet	0,85	0,74	0,38	0,75	0,65	0,67
U-Net	0,86	0,76	0,42	0,75	0,68	0,69

Из всех предложенных алгоритмов лучшую эффективность для поставленной задачи продемонстрировала полносверточная сеть U-Net. При этом стоит отметить, что все алгоритмы показали высокое качество сегментации (IoU > 0,5) классов «фон», «живые», «свежий сухой» и «старый сухой». Путем привлечения дополнительного объема данных, аэро съемки в инфракрасном диапазоне электромагнитного спектра, карт глубины и использования новых архитектур нейронных сетей или модификации предложенных можно добиться улучшения качества сегментации.

Внедрение полученных моделей машинного обучения позволит значительно ускорить процесс интерпретации данных аэро съемки пихтовых насаждений. Предложенные в работе подходы к созданию и

обучению моделей могут быть перенесены на другие задачи мониторинга, например, хвойных лесов, пораженных насекомыми-вредителями: союзным короедом, сибирским шелкопрядом и т.д.

Автор выражает особую благодарность Керчеву И. А., к.б.н., старшему научному сотруднику лаборатории мониторинга лесных экосистем Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, за предоставленные материалы съемки и разметку в виде точечных меток на вершинах деревьев пихты.

Литература

1. Кривец, С. А. Современное распространение и прогноз расширения инвазионного ареала уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blandford, 1894 в Томской области (Западная Сибирь) [Текст] / С.А. Кривец, И.А. Керчев, Э.М. Бисирова, Н.М. Дебков // Евразийский энтомологический журнал. – 2018. – Т. 17. – № 1. – С. 53–60
2. Уссурийский полиграф в лесах Сибири [Текст] / С.А. Кривец, И.А. Керчев, Э.М. Бисирова, Н.В. Пашенова, Д.А. Демидко, В.М. Петько, Ю.Н. Баранчиков. – Томск: Изд-во «Умиум», 2015. – 48 с.
3. Friedman, J. H. Greedy Function Approximation: A Gradient Boosting Machine [Text] / J.H. Friedman // The Annals of Statistics. – Vol. 29. – No. 5. – 2001. – pp. 1189–1232
4. Haralick, R.M. Textural Features for Image Classification [Text] / R. M. Haralick, K. Shanmugam, I. Dinstein // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. – Vol. SMC-3. – No. 6. – 1973. – pp. 610–621.
5. Rahman, M.A. Optimizing Intersection-Over-Union in Deep Neural Networks for Image Segmentation. In: Advances in Visual Computing. ISVC 2016 [Text] / M.A. Rahman, Y. Wang // Lecture Notes in Computer Science. – Springer, Cham. – 2016. – pp. 234–244
6. SegNet: A Deep Convolutional Encoder-Decoder Architecture for Image Segmentation. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/1511.00561>
7. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/1505.04597>

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ГЕОХИМИЧЕСКИХ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ КОМПОНЕНТОВ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВЬЮН (РЕСПУБЛИКА САХА – (ЯКУТИЯ))

Мишанькин А.Ю.

Научный руководитель - профессор Е.Г. Язиков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Геохимические методы – один из наиболее часто применяемых способов поисков полезных ископаемых во всём мире. Причиной тому является их высокая результативность и универсальность. Практически любое полезное ископаемое отличается развитием ореолов основных химических элементов и сопутствующих элементов (элементов-спутников) в различных компонентах природной среды и может быть обнаружено с помощью геохимических методов поиска [3].

Также геохимические методы активно используются при выполнении комплексных эколого-геохимических исследований состояния компонентов природной среды различных территорий. Такими территориями могут являться урбанизированные районы [9], промышленные зоны, месторождения полезных ископаемых и др.

Как известно, для месторождений зачастую необходимо проведение эколого-геохимической оценки территории по данным изучения различных компонентов природной среды. Подобного рода работы могут отличаться своим назначением, например, они могут организовываться для выявления степени эколого-геохимической опасности месторождения, установления класса опасности различных отходов горнодобывающей промышленности [1]. Также в отдельную категорию могут быть выделены фоновые эколого-геохимические работы в границах месторождений полезных ископаемых.

В настоящей работе приводятся результаты фонового эколого-геохимического опробования территории золоторудного месторождения Вьюн, которое расположено в Верхоянском районе Республики Саха – (Якутия) и относится к Эльгенджинскому рудно-россыпному узлу Адычанской золотоносной зоны (Яно-Колымский золотоносный пояс).

Фактические материалы для выполнения работы (пробы почв, поверхностных вод и донных отложений водотоков, коры лишайницы даурской (*L. dahurica* Turcz.) и ягеля (*Cladonia rangiferina*)) были получены в ходе проведения эколого-геохимических исследований на территории золоторудного месторождения Вьюн сотрудниками кафедры Геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета в 2017 г. Всего было отобрано 19 проб почвенного покрова, 13 проб поверхностных вод водотоков, 13 проб донных отложений водотоков, 18 проб коры лишайницы даурской и 19 проб ягеля.

Исследования проводились согласно существующим методическим рекомендациям. Пробы отбирались и обрабатывались по стандартным методикам в соответствии с нормативными документами.

Количественный химический анализ проб компонентов природной среды проводился в аккредитованных лабораториях методом масс-спектрометрии (МС-ИСП). Данный метод позволяет определять концентрации широкого спектра химических элементов, отличается высокой чувствительностью и способностью определять ряд металлов и нескольких неметаллов в концентрациях до 10^{-10} %.

Целью исследований являлось установление фоновых концентраций химических элементов в вышеуказанных компонентах природной среды территории золоторудного месторождения Вьюн (на

доэксплуатационной стадии освоения месторождения), определение их геохимической специализации и сравнительная характеристика.

На основе данных о средних концентрациях химических элементов в исследованных пробах компонентов природной среды были рассчитаны кларки концентрации.

Для расчёта кларков концентрации применялись следующие кларки: для поверхностных вод водотоков – кларк речных вод по А.П. Виноградову, (1967) [2]; для почв и донных отложений водотоков – средние содержания химических элементов в верхней части континентальной земной коры по Н.А. Григорьеву, (2009) [7]; для коры лиственницы даурской и ягеля – кларк ноосферы по М.А. и Н.Ф. Глазовским, (1982) [5] и средний состав референтного растения по В. Markert, (1992) [10].

Полученные кларки концентрации являлись основой для построения геохимических рядов химических элементов, т.е. групп элементов, обнаруживаемых в изучаемом объекте в количестве, превышающем кларковый уровень [4].

Геохимические ряды химических элементов в исследованных компонентах природной среды территории золоторудного месторождения Вьюн относительно вышеуказанных кларков приведены в таблице.

Поверхностные воды водотоков месторождения Вьюн отличаются повышенными относительно кларка речных вод [2] концентрациями Gd, Sm, Cs, Dy, Nd, Fe, Sr, Pr, формирующими общую гидрогеохимическую специализацию территории месторождения. Причём преобладают редкоземельные элементы (РЗЭ), расположенные под чётными номерами в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева (Gd, Sm, Dy, Nd), в то время как уровни содержаний РЗЭ с нечётными номерами (Eu, Tb, Ho, Tm, Lu) в исследованных пробах воды находятся ниже предела обнаружения. Данная особенность природных вод отображает геохимический закон Оддо-Гаркинса.

Почвенный покров и донные отложения водотоков месторождения Вьюн характеризуются высокими содержаниями Te, Se, As, Au, Ag, Sb. Данные химические элементы определяют геохимическую специфику почвенного покрова. Кроме того, содержания, превышающие кларковые, зафиксированы для ряда тяжёлых металлов (Zn, Cr и др.).

Таблица

Геохимические ряды химических элементов в компонентах природной среды месторождения Вьюн

Компонент природной среды	Кларк	Геохимический ряд химических элементов
Поверхностные воды водотоков	Кларк речных вод по А.П. Виноградову, (1967) [2]	Gd _{9,1} – Sm _{6,5} – Cs _{6,1} – Dy _{3,8} – Nd _{3,5} – Fe _{2,4} – Sr _{1,4} – Pr _{1,3}
Донные отложения водотоков	Средние содержания химических элементов в верхней части континентальной земной коры по Н.А. Григорьеву, (2009) [7]	Te _{70,8} – Se _{48,9} – Au _{15,6} – As _{8,0} – Sb _{3,4} – Ag _{2,2} – Bi _{2,1} – Zn _{1,7} – W _{1,6} – P _{1,4} – Co _{1,4} – Ge _{1,4} – Cr _{1,4} – Fe _{1,4} – Ti _{1,4} – Hg _{1,4}
Почвенный покров		Te _{69,3} – Se _{37,8} – As _{5,7} – Ag _{5,5} – Au _{4,0} – Sb _{2,5} – Zn _{1,4} – Cr _{1,4}
Кора лиственницы даурской (<i>L. dahurica Turcz.</i>)	Кларк ноосферы по М.А. и Н.Ф. Глазовским, (1982) [5]	In _{77,9} – Dy _{11,3} – Au _{7,9} – Ba _{3,0} – Mn _{1,7} – P _{1,2}
	Средний состав референтного растения по В. Markert, (1992) [10]	Ru _{207,8} – Rh _{177,3} – Sc _{50,3} – Be _{5,9} – Se _{5,5} – Au _{5,5} – Mn _{3,8} – Ba _{2,7} – Al _{2,5} – Ga _{1,9} – Cr _{1,5} – Sr _{1,3} – Cd _{1,2} – As _{1,2}
Ягель (<i>Cladonia rangiferina</i>)	Кларк ноосферы по М.А. и Н.Ф. Глазовским, (1982) [5]	In _{80,0} – Dy _{23,6} – Au _{4,1}
	Средний состав референтного растения по В. Markert, (1992) [10]	Ru _{92,7} – Rh _{60,8} – Sc _{49,1} – Be _{5,9} – As _{3,4} – Se _{3,1} – Au _{2,8} – Th _{2,4} – Cr _{1,3}

Согласно ГОСТ 17.4.1.02-83. «Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения» [6], среди элементов, формирующих геохимическую специализацию почв и донных отложений, выделяются элементы I класса опасности (As, Se) и II класса опасности (Sb, Cr). Присутствие данных элементов в почвах обусловлено спецификой оруденения и развитием ореолов рассеяния рудных тел, а в донных отложениях – выносом водотоками, дренирующими рудную зону, и дальнейшим осаждением.

Биогеохимические особенности территории месторождения Вьюн относительно кларка ноосферы [5] сформированы преимущественно Au, а также In, Dy. Выявленная ассоциация химических элементов в растениях

частично отражает металлогению месторождения. Вероятной причиной высоких концентраций In в коре лиственницы и ягеле может быть вхождение данного элемента в состав некоторых сульфидов, а именно арсенопирита и пирита, которые являются типичными для месторождения рудными минералами [8].

В сравнении со средним составом референтного растения изученные биообъекты характеризуются повышенным накоплением Au, металлов платиновой группы (Rh, Ru), а также Sc, Be, Se.

Выделяются высокие содержания в сухом веществе изученных биообъектов Ru, Rh, Pt (относительно среднего состава референтного растения), In (относительно кларка ноосферы). Для коры лиственницы также отмечены высокие концентрации некоторых тяжёлых металлов.

Таким образом, исследованные компоненты природной среды территории золоторудного месторождения Вьюн (Республика Саха – Якутия) наследуют особенности минерального и химического состава рудной зоны. Особенно чётко это проявляется в почвах, донных отложениях водотоков, частично в коре лиственницы и ягеле.

В почвах и донных отложениях фиксируются высокие концентрации токсичных элементов, что обусловлено природными факторами в силу отсутствия заметной техногенной нагрузки.

Полученные результаты несут информацию недропользователям по фоновому состоянию окружающей среды на месторождении Вьюн и могут быть использованы в дальнейшем в целях экологического мониторинга и детальных поисковых работ.

Литература

1. Беляев, А. М. Оценка эколого-геохимической опасности месторождений полезных ископаемых [Текст] / А. М. Беляев // Вестник СПбГУ. – 2011. – № 3. – С. 43–48.
2. Виноградов, А. П. Введение в геохимию океана [Текст] / А.П. Виноградов. – М.: Наука, 1967. – 215 с.
3. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых [Текст] : учеб. пособие / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ); сост. В. Г. Ворошилов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 104 с.
4. Геохимия окружающей среды [Текст] / Ю.Е. Саев, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
5. Глазовский, Н. Ф. Техногенные потоки веществ в биосфере [Текст] / Н. Ф. Глазовский // Добыча полезных ископаемых и геохимия природных экосистем. – М.: Наука, 1982. – С. 7–28.
6. ГОСТ 17.4.1.02-83. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200012797>
7. Григорьев, Н. А. Среднее содержание химических элементов в горных породах, слагающих верхнюю часть континентальной коры [Текст] / Н. А. Григорьев // Геохимия. – 2003. – № 7. – С. 785–792.
8. Кнунянц, И. Л. Химическая энциклопедия. В 5 т. Т. 2 [Текст] / под ред. И. Л. Кнунянца. – М.: Советская энциклопедия, 1990. – 671 с.
9. Язиков, Е. Г. Экогеохимия урбанизированных территорий юга Западной Сибири [Текст] : дис. ... д-ра геол.-мин. наук / Язиков Егор Григорьевич. – Томск, 2006. – 423 с.
10. Markert, B. Establishing of 'reference plant' for inorganic characterization of different plant species by chemical fingerprinting [Text] / B. Markert // Water, Air, and Soil Pollution. – 1992. – № 64 (3). – P. 533–538.

БРОМ В ВОЛОСАХ ЖИТЕЛЕЙ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Моисеева Л.М., Байкенова Г.Е., Шарипова Б.У.

Научный руководитель - профессор Н.В. Барановская

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия
Кокшетауский государственный университет им. Ш. Уалиханова, г. Кокшетау, Р. Казахстан*

Волосы человека активно используются для контроля и оценки воздействия факторов окружающей среды и диагностики заболеваний [1, 4]. По элементному составу волос легко определить, как питается человек, принимает ли какие-нибудь витамины или лекарства, какая экологическая обстановка на месте проживания и многое другое. Волосы способны накапливать химические элементы в больших концентрациях в отличие от других биосубстратов человека (кровь, моча), которые склонны к быстрому изменению элементного состава из-за различных факторов [5].

Для современного общества характерно повышенное негативное воздействие на окружающую среду. Если рассмотреть экологическую ситуацию в Республике Казахстан со стороны влияния на здоровье населения, то необходимо отметить, что негативное влияние экологических факторов – одна из основных причин смертности населения страны. Ухудшение качества среды обитания сказывается на организме человека, а именно на его химическом составе [2,3].

Бром распространен во всех природных объектах, но его необходимость для живых организмов была доказана лишь в 2014 году в результате исследований Вандербильтского университета, который показал, что «без брома нет жизни». Изучение брома в организме обусловлено его специфической ролью в формировании и развитии некоторых болезней, также соединения брома угнетают функцию щитовидной железы [6].

Задачей наших исследований было изучение специфики элементного состава волос жителей населенных пунктов Северного Казахстана. Нами отобрано и проанализировано с использованием метода ICP-MS 33 пробы волос жителей Северо-Казахстанской и Акмолинской областей. Метод реализован на базе ПНИЛ ГТХ ОНГ «Вода» ТПУ (зав. лабораторией - к.г.-м.н. А.А. Хващевская).

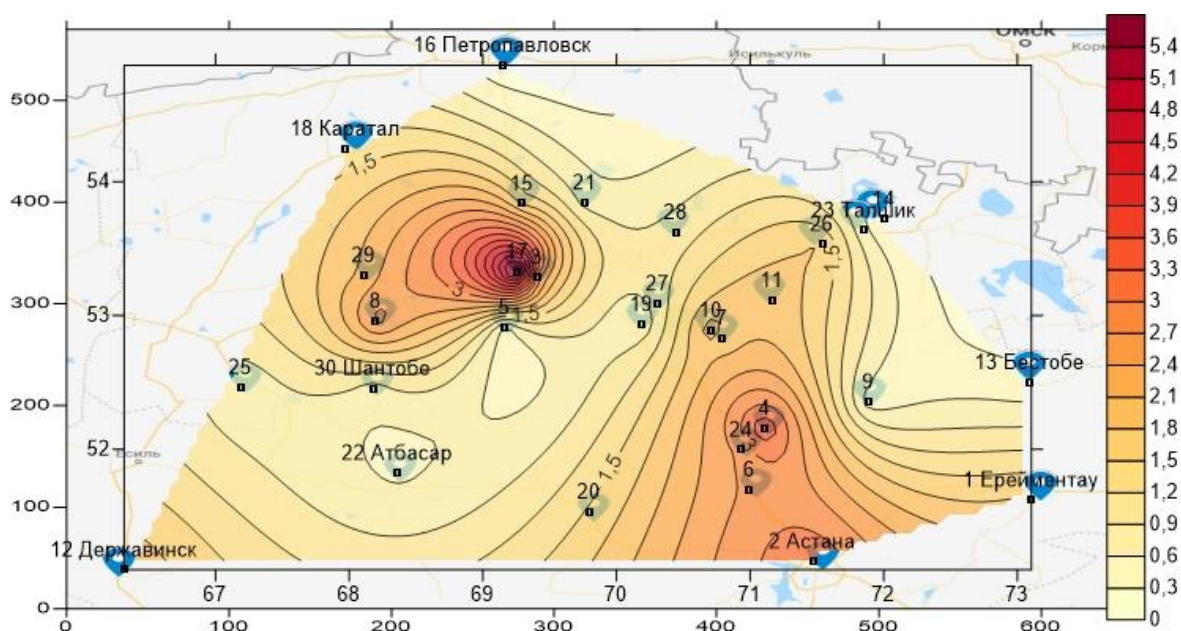


Рис. 1 Схема содержания Br в волосах жителей Северного Казахстана.

Населенные пункты: 1 – Ерейментау, 2 – Нур-Султан, 3 – Кокишетау, 4 – Кзылту, 5 – Зеренда, 6 – Шортанды, 7 – Стеняк, 8 – Арыкбалык, 9 – Степногорск, 10 – Казгородок, 11 – Заозерное, 12 – Державинск, 13 – Бестобе, 14 – Кулыкколь, 15 – Келлеровка, 16 – Петропавловск, 17 – Красный Яр, 18 – Каратаал, 19 – Щучинск, 20 – Астраханка, 21 – Тайынша, 22 – Атбасар, 23 – Талшик, 24 – Акколь, 25 – Ялты, 26 – Ленинградское, 27 – Боровое, 28 – Чкалово, 29 – Саумалколь, 30 – Шантобе.

Среднее содержание брома в волосах жителей Северо-Казахстанской области составляет – 1,4 мг/кг, в волосах жителей Акмолинской области – 1,9 мг/кг. Для сравнения – содержание брома по данным А.А. Кист (1987) со ссылкой на Yu.S. Ryabukhin (1980) в волосах человека колеблется в диапазоне 0,65-5,33 мг/кг

Таким образом, изучаемый элемент находится в диапазоне нормальной концентрации в волосах жителей Северного Казахстана.

Литература

1. Кист, А.А. Феноменология биогеохимии бионеорганической химии [Текст]/ А.А. Кист–Ташкент: ФАН, 1987.–236 с.
2. Мухаметжанов, З.Т. Современное состояние проблемы загрязнения окружающей среды [Текст] / З.Т. Мухаметжанов// – Гигиена труда и медицинская экология. - 2017. - С. 11-20.
3. Перминова, Т.А. Бром в компонентах природной среды Томской области и оценка его токсичности [Текст]: дис. ... к.г.-м.н./ Перминова Татьяна Анатольевна. - Томск, 2017. – 182 с.
4. Скальный, А.В. Биоэлементы в медицине [Текст] / А.В. Скальный, И.А. Рудаков // – М.: Оникс, 2004. – 272 с.
5. International Atomic Energy Agency (IAEA) (1994): Application of hair as an indicator for trace element exposure in man. A review. NANRES-22, IAEA, Vienna
6. S. McCall Bromine is an essential trace element for assembly of collagen IV scaffolds in tissue development and architecture / S. McCall [et al.] // Cell. - 2014. - Vol. 157. - P. 1380–1392.

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УГЛЕЙ ОЛОНЬ-ШИБИРСКОГО КАМЕННОУГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ Новолодская Э.В.

Научный руководитель - доцент Н.А. Осипова Н.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Благодаря своему высокому энергетическому потенциалу уголь широко используется в энергетике разных стран. В состав углей входит большое количество химических элементов. Содержание ряда токсичных и радиоактивных элементов, тяжелых металлов приводит к ряду экологических проблем, возникающих при промышленном использовании угля [1].

Использование угля в качестве топлива оказывает серьезные последствия на окружающую среду.

Загрязняющие вещества поступают в водосмы и атмосферный воздух, да и золошлаковые отходы нередко обогащены токсичными и радиоактивными элементами-примесями в значительно больших концентрациях, чем земная кора [2]. В результате в почве накапливаются токсичные элементы, которые при контакте с органами и тканями человека вызывают негативные реакции [4]. Кроме того, летучая зола, как во влажной, так и в сухой

форме, мобилизуется и вызывает серьезные последствия, включая деформацию костей и дисфункцию почек, особенно при воздействии радионуклидов.

Целью данной работы явилось изучение химического состава углей и золы углей Ольнь-Шибирского каменноугольного месторождения.

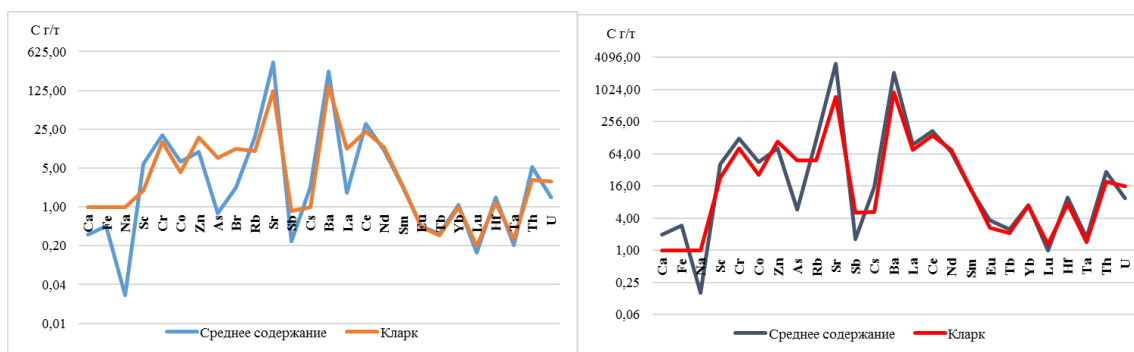
Задачи: 1) на основе базы данных по элементному составу углей рассчитать основные статистические параметры; 2) провести сравнение средних содержаний с кларками для углей; 3) выделить элементы, которыми обогащены угли и их зола.

Исследование проводилось на основе проб угля, отобранных сотрудниками Отделения Геологии ИШПР ТПУ в Ольнь-Шибирском месторождении. Оно расположено на границе республики Бурятия (Мухор-Шибинский район) и Забайкальского края (республика Бурятия).

Опробование угольных пластов выполнено бороздовым методом. Длина интервала опробования в зависимости от мощности и сложности строения пласта изменялась в среднем от 0,15 до 2,0 м. [2].

Содержание 29 химических элементов таблицы Д.И. Менделеева было определено в углях, золах углей и горных породах методом инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) на ядерном реакторе ТПУ (исполнитель А.Ф. Судыко).

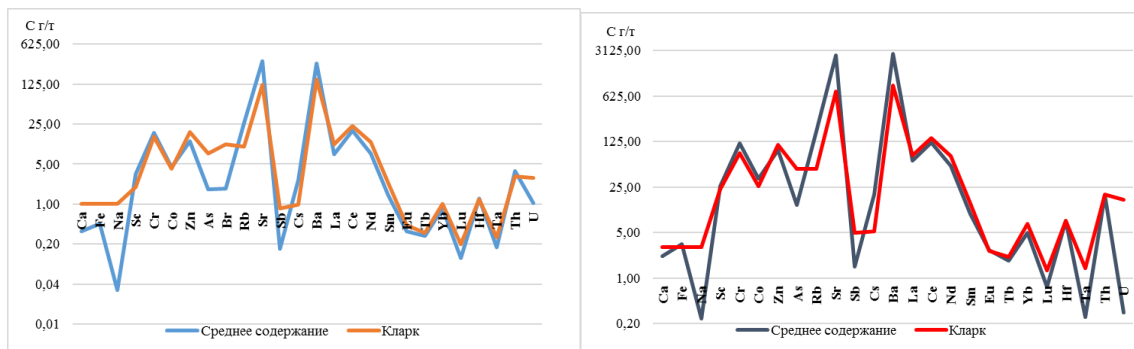
В результате исследования было проведено сравнение средних содержаний элементов (рисунок 1,2) с кларком элементов в углях [5].



А

Б

Рис. 1. Сравнение среднего содержания элементов в каменном угле Ольнь-Шибирского месторождения с кларком [4], на участке 6-8 (А- для угля, Б – для золы углей)



А

Б

Рис. 2. Сравнение среднего содержания элементов в каменном угле Ольнь-Шибирского месторождения с кларком [4], на участке 18 (А- для угля, Б – для золы углей)

На обоих угольных участках мы наблюдаем аналогичную ситуацию: одинаковый набор элементов содержание которых превышает их кларк, как в углях, так и в золе углей. Изучаемые угли отчетливо накапливают в себе скандий, рубидий, стронций, цезий, барий, церий, торий. При этом концентрация некоторых этих элементов существенно возрастает при сжигании и доходит до 3140 г/т у стронция, 2128 г/т у бария, 181 г/т у рубидия и 169 г/т у церия. Также несколько повышенным содержанием характеризуется торий, 5,27 г/т в углях и 29,8 г/т в золе углей, при кларках 3,1 г/т 19 г/т соответственно.

Уголь Ольнь-Шибирского месторождения является среднезольным (среднее значение 15%). При сжигании угля на ТЭС происходит концентрирование микроэлементов в золе и шлаке в результате выгорания органического вещества и улетучивания многих соединений. В данном случае следует отметить высокое содержание стронция, бария -элементов третьего класса опасности, согласно ГОСТ 17.4.1.02-83.

Сравнивая полученные средние содержания с минимальными промышленными значениями, были выделены те элементы, которые теоретически можно использовать для извлечения из сырья (Таблица 1). При этом,

в золе содержание этих элементов в отдельных случаях выше минимальных содержаний, определяющих возможную промышленную значимость.

Таблица

Оценка промышленной значимости углей и золы углей Олонь-Шибирского каменноугольного месторождения, г/т

Участок	Элемент	Мин. пром. знач.		Среднее значение	
		Уголь	Зола	Уголь	Зола
6-8	Sr	400	2000	399,7	3140
	Ba	5	-	272,6	2128
18	Sr	400	2000	310	2926
	Ba	5	-	285	2753

Изучаемые угли отчетливо обогащены по сравнению с глобальным кларком для земной коры литофильными элементами, в частности лантаном, тербием и европием (Рисунок 3). Такой тип геохимических ассоциаций хорошо согласуется с общей геохимической специализацией интрузивно-вулканических и осадочных образований региона [3].

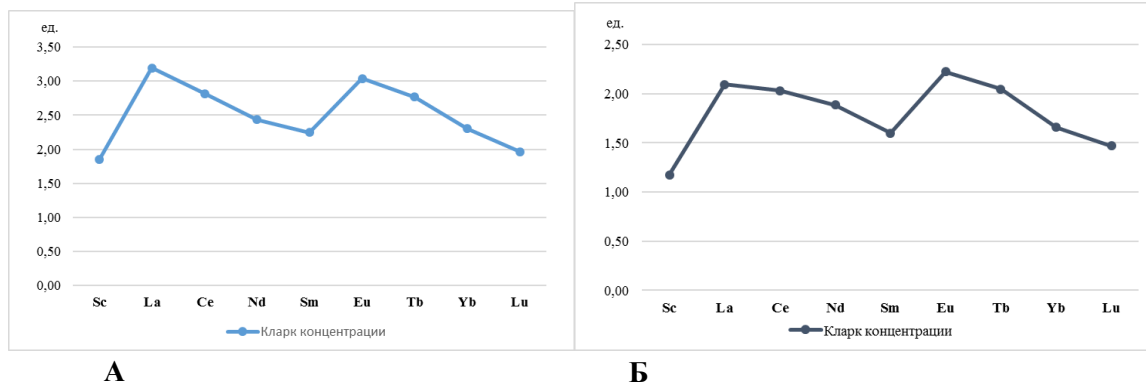


Рис. 3. Нормирование среднего содержания элементов в золе углей по кларку Тейлора Олонь-Шибирского месторождения (прим. А- участок 6-8, Б – участок 18)

Таким образом, угли Олонь-Шибирского месторождения, на обоих изученных участках, специализируются такими элементами, как скандий, рубидий, стронций, цезий, барий, церий, торий. При этом средние содержания стронция, бария, рубидия, цезия значительно превышают их кларк [5]. Содержание стронция и бария в золе значимо превышает минимальные промышленные значения, что определяет их возможную практическую значимость. Также, угли отчетливо обогащены по сравнению с глобальным кларком для земной коры литофильными элементами, что указывает на особенности формирования региона.

Литература

1. Арбузов, С.И. Геохимия редких элементов в углях Сибири [Текст] / С.И. Арбузов, В.В. Ершов // – Томск: Изд-во «Д-Принт», 2007. – 468 с.
2. Арбузов С. И. Металлоносность углей Сибири [Текст] / С. И. Арбузов // Известия Томского политехнического университета — 2007. — № 1. Науки о Земле. — С. 77-83.
3. Арбузов, С.И. Радиоактивные элементы в углях [Текст] / С.И. Арбузов, А.В. Волостнов, В.С. Машенькин, В.И. Рыбалко // - Материалы IV Международной конференции, г. Томск, 4–8 июня 2013 г. – С. 56-62
4. Крылов Д.А. Воздействие микроэлементов от угольных ТЭС на окружающую среду и здоровье людей // Энергия: экономика, техника, экология. – 2012. – № 8. – С. 9-16.
5. Юдович, Я. Э. Токсичные элементы-примеси в ископаемых углях [Текст] / Я.Э. Юдович, М.П. Кетрис // – Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2005. – 648 с.

**ТЕХНОГЕННЫЙ ГАЛОГЕНЕЗ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ:
ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И МЕТОДЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ**

Носова М.В.^{1,2}, Середина В.П.²

¹Научный руководитель - профессор В.П. Середина

¹АО «ТомскНИПИнефть», г. Томск, Россия

²Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

В условиях непрерывного возрастания антропогенной нагрузки на естественные природные компоненты окружающей среды актуальными становятся вопросы оценки ее экологического состояния и выявления направленности трансформаций её свойств. Особо интересным в этом отношении является изучение почвенного покрова нефтяных месторождений, так как именно почвенная среда наиболее представительно отражает все изменения, происходящие в экосистеме. В соответствии с исследованиями многих учёных [1, 2, 3, 5, 6, 10] воздействие нефтяного загрязнения на природные экосистемы связано с геохимическими и физическими нагрузками. При этом, согласно собственным исследованиям [8, 9], установлено почвы пойменных экосистем обладают самым низким потенциалом к самоочищению от техногенных поллютантов и высокой способностью к аккумуляции всех загрязняющих веществ, поступающих с элювиальных почв водоразделов. Поэтому пойменные почвы являются своего рода индикатором экологического состояния всей системы геохимически сопряженных элементарных ландшафтов.

Целью настоящего исследования является выявление особенностей и экологических последствий техногенного засоления (галогенеза) в аллювиальных нефтезагрязненных почвах, а также оценка возможности их рекультивации с помощью предложенного метода.

Согласно физико-географическому районированию Западной Сибири, территории исследованных месторождений нефтяных месторождений расположены в границах Западно-Сибирской равнины (рис.1), в зоне среднетаежных равнинных лесов Вах-Тымской физико-географической провинции, в бассейне среднего течения р. Оби.



Рис. 1 Карта месторождений Томской области М.: 1:2500000 (Автор: Евсева, 2001): 1 – месторождения нефти; 2 – газа; 3 – действующие нефтепроводы; 4 – действующие газопроводы; 5 – граница Томской области

Непосредственными объектами данного исследования послужили полнопрофильные почвенные разрезы, заложенные на разливе сырой нефти и ряд почвенных прикопок (эпицентр-импактная зона-граница загрязнения). Участок отбора проб располагается в центральной части поймы реки Оби. Исследование загрязнения проведено путем отбора проб с постепенным уменьшением их загрязнения.

Фоновыми почвами послужили не загрязненные аналоги аллювиальных почв различного гранулометрического состава и развитые на различных фитоценозах [7]: на пониженном плоском дренируемом участке реки Обь под осоково-злаково-разнотравным лугом, в пойме реки Трайгородская под хвощево-папоротниковым пихтовым лесом, в пойме реки Вахурей под пойменным осоково-вейниковым кочкарником.

Данные почвы не подвергались техногенному воздействию и расположены в 20 км от территории нефтяного месторождения.

Образцы полнопрофильных почвенных разрезов отобраны в соответствии с генетическими горизонтами (рис. 2).

Источниками загрязнения почв минерализованными водами являются буровые площадки, кустовые насосные станции заводнения нефтяных пластов, центральные пункты сбора и подготовки нефти, газа и воды, водоводы. Пусковые механизмы техногенного галогенеза – высокоминерализованные потоки, в составе которых

значительную роль играют хлориды, ионы натрия и сульфаты. Как свидетельствуют проведенные данные, по мере приближения к эпицентру загрязнения (Р-1) увеличивается содержание данных ионов (содержание сульфат – ионов в эпицентре 2,99- против 2,57 мг – экв./100 г почвы в Р-2), что свидетельствует о повышении концентрации легкорастворимых солей, присутствующих в составе нефти.

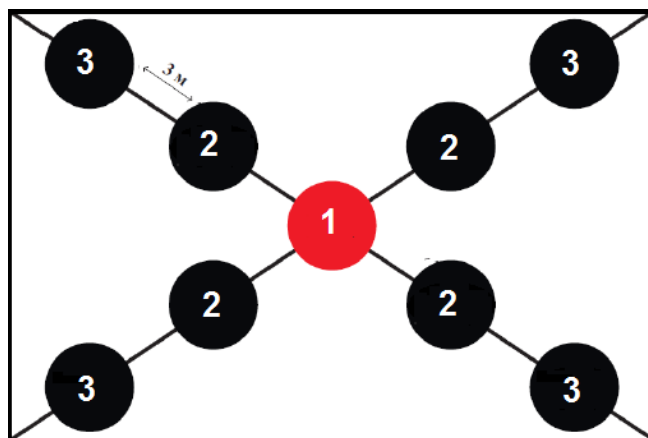


Рис. 2 Схема отбора проб: 1 – эпицентр разлива нефти; 2 – импактная зона; 3 – граница разлива нефти.

Сумма солей в наиболее соленасыщенных горизонтах почв (0-20 см) варьирует в широких пределах (от 0,29 до 1,2 %), что обусловлено аккумуляцией солей в понижениях микрорельефа местности. Кроме того, в ряде образцов, на глубине 10-30 см наблюдается повышенное содержание Cl^- и Na^+ , что обуславливает преимущественно хлоридно-натриевое засоление почв. Хлорид-ион обладает высокой миграционной способностью, а потомусоголасно полученным данным, хлор мигрирует вниз по почвенному профилю и не задерживается в корнеобитаемом слое. Его максимум зафиксирован в слое 20-40 см, как в эпицентре разлива нефти, так и в 3 м. от эпицентра разлива нефти. Однако в однодневных разливах нефти времени для миграция хлора вниз по почвенному профилю прошло недостаточно, что подтверждают их высокие значения (3,00, 3,20, 2,50 против 0,30 мг - экв./100 г почвы) в верхних горизонтах, обуславливая в ряде случаев их хлоридно – сульфатное засоление.

Почвы Западной Сибири имеют низкую и очень низкую способность к самоочищению от поллютантов, поэтому процессы рассоления в условиях гумидного почвообразования носят длительный характер. В пойменных почвах супераквальных ландшафтов создаются условия для аккумуляции легкорастворимых солей, а в замкнутых локальных понижениях рельефа остаточное засоление будет сохраняться продолжительное время. Опытно-промышленные испытания предложенного метода ремедиации техногенно-засоленных почв путем фитомелиоративного посева местных, толерантных к засолению высших растений, также предусматривают комплексный подход и междисциплинарное сотрудничество.

Литература

1. Геннадиев А.Н. Нефть и окружающая среда [Текст] / А.Н. Геннадиев // Вестник Московского университета. – 2016. - Серия 5. География. - № 6. - С. 30–39.
2. Середина В. П. и др. Особенности влияния нефтяного загрязнения на почвы средней тайги Западной Сибири. – 2017.
3. Пиковский Ю.И. Параметры нативного углеводородного состояния почв различных биоклиматических зон [Текст] / Ю.И. Пиковский, М.А. Смирнова, А.Н. Геннадиев // Почвоведение. - 2019. - № 11. - С. 1307–1321.
4. Середина В.П. Техногенное загрязнение аллювиальных почв углеводородами и его экологические последствия (Западная Сибирь) [Текст] / В.П. Середина, М.В. Носова // Современное состояние и проблемы рационального использования почв Сибири: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию образования кафедры почвоведения. - Омск, 2020. - С. 281-285.
5. Солнцева Н.П. Эволюционные тренды почв в зоне техногенеза [Текст] / Н. П. Солнцева // Почвоведение. - 2002. - № 1. - С. 9–20.
6. Углеводородное состояние аллювиальных почв на территории Истринского морфоструктурного узла (Московская область) [Текст] / Ю.И. Пиковский, А.Н. Геннадиев, Р.Г. Ковач, Н.И. Хлынина, А.В. Хлынина // Почвоведение. - 2016. - № 12. - С. 1421–1434.
7. Шишов Л.Л. Классификация и диагностика почв России [Текст] / Л.Л. Шишов. - Смоленск: Ойкумена, 2004. - 342 с.
8. Nosova M. Ecological State of Technogeneus Saline Soil of Oil Contaminated Alluvial Ecosystems and Their Remediation Techniques [Text] / M. Nosova, V. Seredina, A. Rybin // IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. - 2020. - Vol. 921. - P. 1-7.
9. Nosova M. The use of the basic parameters of water-physical properties of oil-contaminated soils in the technology of the biological remediation stage (Western Siberia) [Text] / M. Nosova, V. Seredina, A. Rybin // IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. - 2020. - Vol. 976. - P. 1-6. DOI:10.1088/1757-899X/976/1/012023.
10. Seredina V. The soils of West Siberia middle taiga oil deposits ans a predictive estimate of contamination hazard with organic pollutants. [Text] / V. Seredina, M. Sadikov // Contemporary Problems of Ecology. - 2011. - V.4. - №5. - P. 457 – 461.

ВЛИЯНИЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА НА РАЗВИТИЕ ОПАСНЫХ ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В БАССЕЙНЕ Р. АК-СУГ (РЕСПУБЛИКА ТЫВА)

Потапова С.А.

Научный руководитель - доцент З.Н. Квасникова

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Изучение распространения и особенностей развития опасных экзогенных рельефообразующих процессов в пределах горных территорий – важная часть ландшафтно-экологического мониторинга. К опасным экзогенным процессам относят обвалы, осыпи, оползни, термодинамические процессы и т.д. Изменение скорости их протекания под воздействием внешних факторов может привести к возникновению угрозы не только для антропогенных сооружений, но и для уязвимых природных геосистем (изменение рельефа, нарушение почвенно-растительного покрова). К основным факторам, обуславливающим активизацию данных процессов, можно отнести изменение температурного режима и количества осадков.

Исследуемая нами территория находится в поясе гор Южной Сибири, в пределах южного макросклона горной цепи Западный Саян, на Алашском плато в бассейне реки Ак-Суг. При анализе климатических показателей нами было выявлено, что за последнее десятилетие среднегодовая температура увеличилась на 1,4° С в сравнении с многолетней нормой, годовая амплитуда возросла на 0,8° С, количество месяцев с отрицательной температурой воздуха сократилось с 6 до 5, а количество осадков увеличилось на 75 мм [2].

Доминирующими экзогенными рельефообразующими процессами в пределах данной территории являются гравитационно-эрозионные (обвалы, осыпи и т.д.), локально наблюдаются формы рельефа, обусловленные термодинамическими процессами (солифлюкция, термокарст и т.д.), а также овражной и русловой эрозией на склонах, сложенных рыхлыми отложениями, интенсивное размытие происходит в основном во время снеготаяния и ливневых дождей.

Для изучения особенностей рельефа территории нами был составлен ряд среднemasштабных карт: гипсометрическая карта, карта крутизны склонов, карта экспозиции склонов. От крутизны склона зависит температура почвы и приземного слоя воздуха, толщина снежного покрова, величина суточной амплитуды температур, мощность почвенного профиля, интенсивность эрозии. Крутизна склона влияет на видовой состав и структуру фитоценозов, формирование эколого-генетических и высотно-поясных рядов растительных сообществ. Экспозиция склонов (соларная) является важным показателем, так как от экспозиции во многом зависит уровень радиации, распределение снега в зимний период, а также скорость ветра. Так, на склонах разной экспозиции наблюдаются закономерные изменения температуры воздуха и почв, и степень прогревания почв. Также экспозиция склонов имеет большое значение для прохождения жизненного цикла растений, отражается на составе растительности на всех формах рельефа, при этом разница между растительностью в некоторых случаях сопоставима с зональными различиями местностей [3].

Для составления карты крутизны склонов (рис. 1) была взята градация поверхностей по крутизне склонов для горных территорий, которая была предложена В.К. Жучковой и Э. М. Раковской, где 0-4° плоские и почти плоские поверхности, 4-10° пологие склоны, 10-20° покатые склоны, 20-30° склоны средней крутизны, 30-45° крутые склоны, 45-60° очень крутые склоны, 60-90° скалистые (обрывистые) склоны [1]. При анализе данной карты было выявлено, что наибольшую площадь занимают покатые склоны – 39,2 % от общей площади, они достаточно равномерно распределены по исследуемой территории. Склоны средней крутизны занимают 24,2 % территории, располагаются в долинах рек наряду с крутыми склонами, это обусловлено глубоко врезанными речными долинами. Пологие склоны – 20,1 % территории располагаются преимущественно в северо-восточной и западной частях территории. Наименьшая площадь представлена скалистыми склонами – менее 1 % и очень крутыми склонами – 0,1 %, они характерны для высших точек высокогорного яруса.

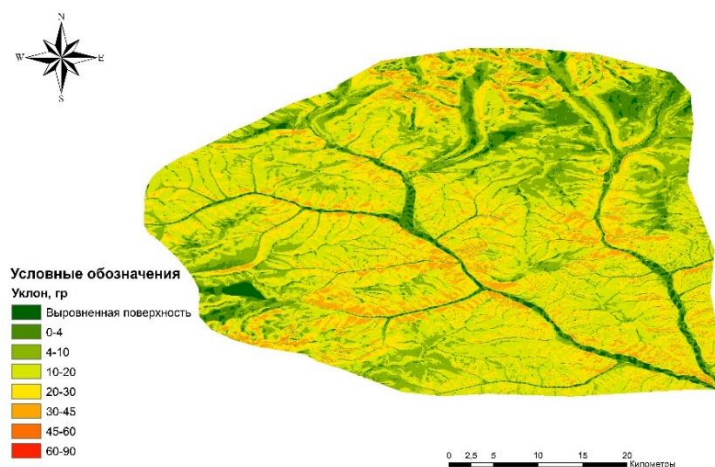


Рис. 1 Карта крутизны склонов (составлена автором, 2020)

При анализе карты экспозиции склонов нами было выявлено, что на исследуемой территории наиболее распространены склоны южной 19,5%, северной 16,4%, а также юго-восточной экспозиции – 12,9 %. Наименьшее распространение имеют склоны западной экспозиции – 6,7%. Также присутствуют выровненные участки – 2,5% площади, они соответствуют самым низким гипсометрическим уровням, днищам котловин.

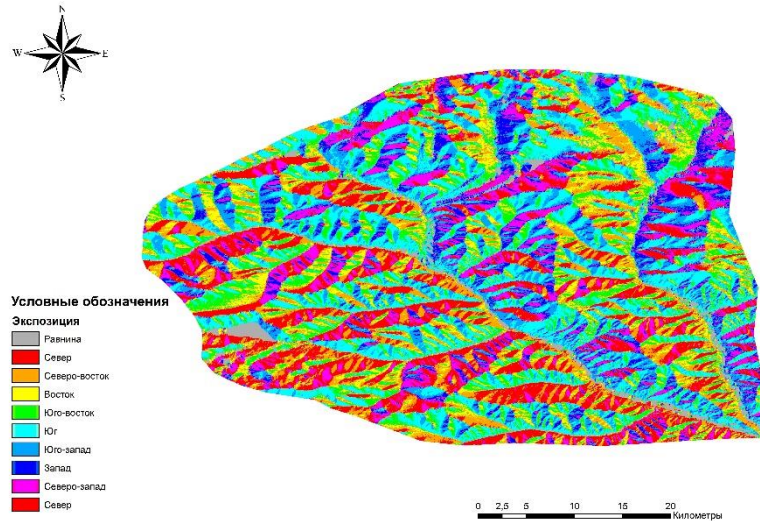


Рис. 2 – Карта экспозиции склонов (составлена автором, 2020)

При сопоставлении карт экспозиции и крутизны склонов было выявлено, что склоны южной, юго-восточной и юго-западной экспозиции расположены преимущественно на покатых ($10 - 20^\circ$) и склонах средней крутизны ($20 - 30^\circ$), а также занимают большую часть крутых склонов ($30 - 45^\circ$). Известно, что чем больше крутизна склона, тем более интенсивно на этих участках проявляются обвально-осыпные процессы, а в совокупности с южной экспозицией, для которой характерно более значительное прогревание склонов, усиливается скорость и интенсивность протекания данных процессов. Также активизируются термодинамические процессы.

Таким образом, особенности геоморфологического строения бассейна реки Ак-Суг способствуют развитию форм и процессов экзогенного рельефообразования. Некоторые из них являются опасными – оползни, термокарст и их активизация в результате глобального изменения климата может привести к негативным последствиям для хозяйственной деятельности человека и в целом геосистем.

Кроме того, таяние мерзлых грунтов в результате потепления климата и перемещение внутрисочвенной влаги вниз по склону может оказать и позитивное влияние на восстановление естественной растительности (лесной, лугово-степной) заброшенных сельскохозяйственных угодий (пастбищ, сенокосов). Поэтому исследуемая территория выбрана в качестве ключевого участка мерзлотных и метеорологических наблюдений на ландшафты Тывы. Такие исследования необходимы для объективного прогнозирования динамики основных параметров мерзлоты, включая опасные экзогенные процессы.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 20-67-46018)

Литература

1. Жучкова В. К. Методы комплексных физико-географических исследований [Текст] / В. К. Жучкова, Э. М. Раковская. – М.: Академия, 2004. – 368 с
2. Потапова С.А. Климатические изменения в бассейне реки Ак-Суг (Республика Тыва) [Текст] / С.А. Потапова, З.Н. Квасникова // Материалы международной научно-практической конференции «Развитие ТувГУ в XXI веке: интеграция образования, науки и бизнеса», посвященной 25-летию Тувинского государственного университета (30 октября 2020 г.). – Кызыл: Изд-во ТувГУ. - 2020. – С. 186–189.
3. Соколова Г. Г. Влияние высоты местности, экспозиции и крутизны склона на особенности пространственного распределения растений [Текст] / Г.Г. Соколова // Acta Biologica Sibirica Алтайский государственный университет. – 2016. – Том 2, № 3. – С. 34-45.

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ КОСТЕЙ МЛЕКОПИТАЮЩИХ КАК ИНДИКАТОР СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Рулик М.А., Беляновская А.И., Куровская В.В.

Научные руководители: профессор Н.В. Барановская, вед. н. с. А.М. Паничев
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия
Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения РАН,
г. Владивосток, Россия

Статья посвящена изучению костной ткани млекопитающих. Работа выполнена по материалам, полученным в ходе выполнения гранта РФ «Влияние литолого-геохимической специфики горных ландшафтов Сибири и Дальнего Востока на формирование элементного состава организма млекопитающих» коллективами Томского политехнического университета и двух институтов ДВО РАН (ТИГ и ДВГИ). Данные обобщены авторами по содержанию химических элементов в костях млекопитающих (благородный олень (*Cervus elaphus*) и кабан дикий (*Sus scrofa*)), обитающих в верховьях р. Милоградовка на территории национального парка «Зов тигра», а также в районе г. Солонцовая на территории Сихотэ-Алинского биосферного заповедника и его окрестностей, Приморский край, Россия.

Изучены особенности накопления химических элементов в костях свиньи домашней (*Sus scrofa domestica*) из двух населенных пунктов, расположенных в непосредственной близости к территории обитания диких животных (п. Терней и п. Лазо). С использованием методики ИСП-МС в проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии НИ ТПУ (зав. лабораторией к.г.-м.н. Хвощевская А.А.), был выполнен анализ бедренной кости млекопитающих на содержание 73 элементов.

Результаты показали, что каждый вид млекопитающего имеет как особенности в концентрировании определенных химических элементов, так и единую специфику аккумуляирования в целом. Это хорошо демонстрирует рисунок 1. Из рисунка видно, что наиболее высокими содержаниями в костной ткани всех трех изученных видов животных интенсивно накапливаются кальций, фосфор и некоторые другие элементы. Так, для благородного оленя (*Cervus elaphus*) в бедренной кости характерно концентрирование Ca достигает значений 160114 мг/кг, концентрируется фосфор (92668 мг/кг), Na (4932,0 мг/кг), Mg (4587 мг/кг), Zn (2,38 мг/кг), Ti (70,79 мг/кг), Fe (223 мг/кг), Sr (441,4 мг/кг) и Ba (441,14 мг/кг) в количествах, значительно превышающих содержания других химических элементов. Тот же спектр отмечается для дикого кабана (*Sus scrofa*) – Ca (193074,1 мг/кг), P (90610,35 мг/кг), Na (6356,712 мг/кг), Mg (3428,395 мг/кг), Zn (31,323 мг/кг), Ti (69,064 мг/кг), Fe (255,701 мг/кг), Sr (239,305 мг/кг) и Ba (71,541 мг/кг). Для свиньи домашней (*Sus scrofa domestica*) – Ca (169443 мг/кг), P (81146 мг/кг), Na (5957 мг/кг), Mg (3771 мг/кг), Zn (51 мг/кг), Ti (58,32 мг/кг), Fe (219 мг/кг), Sr (191,63 мг/кг) и Ba (7,43 мг/кг).

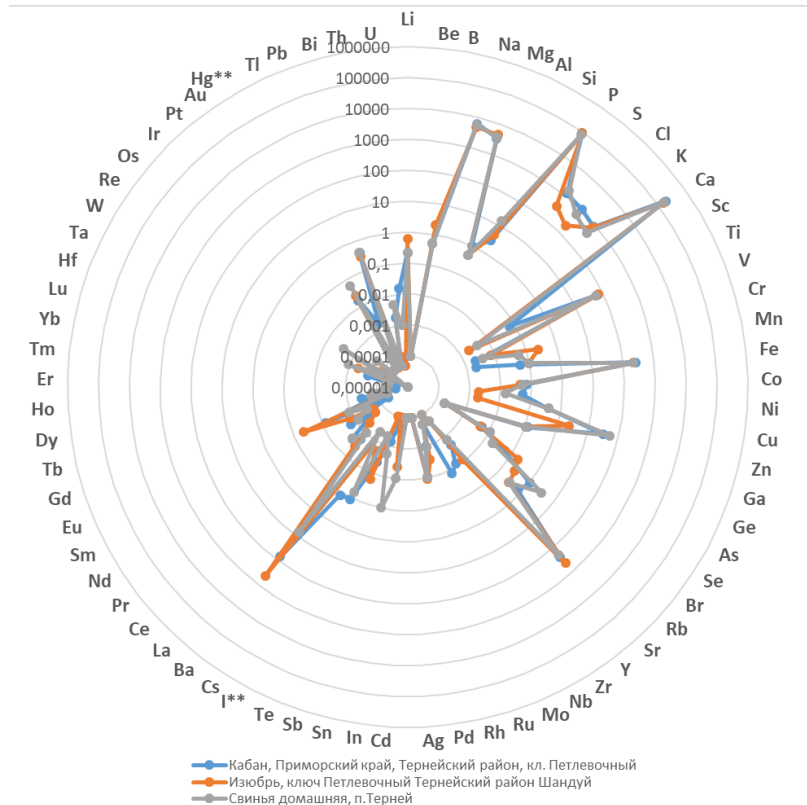


Рис. 1 Элементный состав бедренной кости кабана (*Sus scrofa*), изюбря (*Cervus elaphus*) и свиньи домашней (*Sus scrofa domestica*) (св, мг/кг) территории Приморского края

Тем самым, максимальная концентрация Са характеризует бедренную кость всех трех млекопитающих. При этом, рассмотрение его соотношения с Р, так же являющимся остеофильным элементом и вместе с Са, составляющим основной компонент кости – гидроксипатит, показало, что оно практически не различается. Как известно, гидроксипатит является главной минеральной составляющей костной ткани [1]. Соотношение Са/Р в бедренной кости дикого кабана составляет 2,1:1, в бедренной кости изюбря составляет 2:1, домашней свиньи – 2,1:1. В целом, оно составляет 2-2,1.

При этом, стоит отметить, что каждое из изученных животных имеет собственную специфику накопления химических элементов. Она выражается в том, что в бедренной кости кабана максимально относительно других животных накапливаются Na, Ca, Al, Cs, Cl, Sc, Fe, Ni, Rb, Zr, Nd, I, Nd, Tb, Gd, Lu, Tl, U; у изюбря максимальное накопление наблюдается в элементах Ba, Eu, Sm, Ta, Li, B, Mg, P, Ti, V, Cr, Se, Sr, Y, Ru, Rh, Te; для свиньи домашней происходит максимальное накопление в кости Na, Zn, As, Br, In, Sn, Sb, Dy, W, Hf, Os, Hg, Th, Si.

Подводя итог, можно сказать, что каждый вид млекопитающего имеет свою тенденцию накопления химических элементов. Как видно из результатов, химические элементы накапливаются в разной концентрации. Основные из них входят в состав бедренной костной ткани в виде минерала костной ткани – гидроксипатита – (Са, Р, Na, Mg), но содержатся во всех трех млекопитающих в разной концентрации [1]. Так, максимум накопления основных составляющих элементов, таких как Са наблюдается у дикого кабана, Mg, P – у изюбря; Na – у кабана и свиньи домашней.

Различие в концентрации указанных элементов связано с образом жизни каждого млекопитающего, в первую очередь – это питание и образ жизни, а также – среда обитания.

Аналитические исследования выполнялись при поддержке гранта РФФ № 20-64-47021.

Обработка статистических данных выполнялась при поддержке Государственной программы РФ "Наука", проект FSWW-35 0022-2020.

Литература

1. Дериглазова, М. А. Минералого-геохимические особенности зольного остатка организма жителей некоторых городов России как индикатор эколого-геохимической обстановки [Текст]: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. геол.-минер.наук / Дериглазова Мария Александровна. - Томск, 2020. – 177 с.

ОЦЕНКА РИСКОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В ЛЕСНОМ МАССИВЕ НА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Русланова К. Р.¹, Бектенов Д. Е.²

Научный руководитель - профессор А.И. Сечин

¹Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, г. Томск, Россия

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Территория Томской области характеризуется распространением большинства опасных природных процессов и явлений, которые затрагивают зоны проживания и активной промышленной деятельности человека.

Леса являются величайшим источником вдохновения и здоровья, и также одним из основных природных ресурсов. Здоровый лес является истинным показателем экологических условий, леса играют важную роль в поддержании экологического баланса. Они вырабатывают кислород и улавливают ядовитые газы и пыль, являются конденсатором влаги. Из-за этого, невозможно перечислить все бедствия, которые последуют за уничтожением лесов. Одним из факторов уничтожения лесных массивов непосредственно являются лесные пожары. И частое возникновение пожаров приводит к деградации лесов в России.

Растительный покров территории Томской области представлен значительно лесами и болотами, незначительную площадь занимают луга и кустарники [1].

В лесах Томской области природная пожарная опасность относительно невысока, из-за преобладания участков болотно-моховых и влажномшистых лесов, значительно реже встречаются участки с лишайниковым и сухомшистым покровом.

Лесорастительные условия на территории области способствуют развитию преимущественно низовых пожаров (90-95%), верховые пожары составляют до 5%, доля подземных (торфяных) пожаров - до 5%. Для Томской области была составлена динамика развития лесных пожаров за 2015-2020 гг., которая показала, что наиболее пожароопасным периодом явились 2016 и 2019 гг., причиной послужили сельскохозяйственные палы (рис. 1).

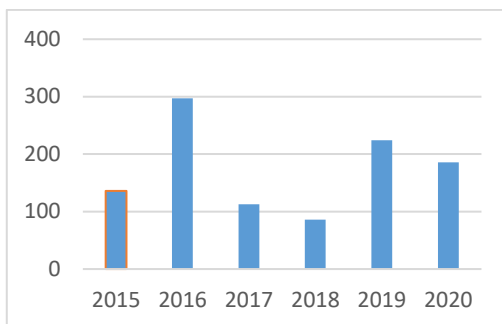


Рис. 1 Количество лесных пожаров в период 2015-2020 гг. на территории Томской области

По многолетним исследованиям высокий уровень пожароопасности в лесах Томской области имеет цикл повторяемости в пределах 5-7 и приходится на весенне-летний период, когда наименьшая влажность воздуха, относительно высокая температура и характерны сильные ветра. Пожароопасные месяцы – май-июнь и наиболее подверженными районами Томской области пожарным рискам являются Верхнекететский, Каргасокский, Колпашевский, Парабельский и Томский (рис. 2). Данные районы имеют высокий риск возгорания и расположены в лесной зоне.



Рис. 2 Карта районов, подверженных лесным пожарам на территории Томской области

Большая часть пожароопасного сезона поддерживается в не горимом состоянии благодаря высокой влажности лесных горючих материалов (ЛГМ). Однако с наступлением длительной засухи лесная подстилка и мохово-растительный покров просыхают и превращаются в основной источник пожарной опасности на поверхности почв множественные скопления органического вещества.

На территории Томской области наблюдается большое разнообразие мхов, один из этих представителей «олений мох или ягель» является ЛГМ. Для уточнения температуры воспламенения ЛГМ, зависящих от природы и происхождения были проведена практическая часть работы (эксперимент № 1-2), для которой был собран образец ягеля [2].

Эксперимент №1 проведен с ягелем при напряжении 200 В ($U=200$ В), $m = 2.875$ г. до проведения опыта; $m = 2.432$ г. после проведения опыта (табл.1).

Эксперимент №2 проведён с ягелем при напряжении 150 В ($U=150$ В), $m = 18.850$ г. до проведения опыта; $m = 18.141$ г. после проведения опыта (рис. 3).

В ходе проведения эксперимента №1 с образцом ягеля при напряжении 200 В, температура образца в течении 0,5 ч. повысилась до значения 264°C. Самовозгорание так же не происходит. По истечению времени по цвету образца можно сделать вывод, что ягель разложился до углерода, возгорание возможно при большей массе образца и времени нагрева.

Как видно из рис.3, с ростом температуры, наблюдается прогрев реакционного объема согласно тарировочной кривой (зеленая кривая). Характер кривой температуры измеряемой термодпарой говорит (на участке 50 – 100° С), что происходит, нагрев горючего материала и нагрев выделяемых продуктов деструкции, которые с достижением температуры 100° С, начинают вносить в общий температурный баланс тепло от окислительных процессов. Данный вклад становится все существенней с ростом температуры и при достижении температуры 180° С, он уже начинает влиять на сумму тепла в тепловом балансе. На 35 минуте наблюдается небольшое падение температуры, которое скорее всего вызвано термическим разложением выделившихся паров на более простые компоненты. Эти компоненты и начали давать существенный прирост температуры в рассматриваемой системе.

Таблица

Содержание петрогенных оксидов (мас. %), значения петрохимических модулей и индикаторов

Время прогрева образца, сек.	Температура в печи, °С	Температура на термопаре, °С	Напряжение на латре, В	Примечание
300	64	69	200	Внешний вид образец не поменял
480	134	117	200	Внешний вид образца не изменился
660	158	150	200	Внешний вид изменился, цвет образца стал более темнее, при этом ощущается легкий дым
840	188	204	200	Происходит нагрев
1020	220	235	200	Происходит нагрев
1200	234	256	200	Появился запах образца
1380	246	273	200	Образец постепенно обугливается, при этом присутствует запах летучих соединений
1560	254	285	200	Возгорание не наблюдается
1740	258	290	200	Возгорание не наблюдается
1920	262	292	200	Возгорание не наблюдается
2100	264	294	200	Больше изменений не происходит – цвет темно-коричневый.

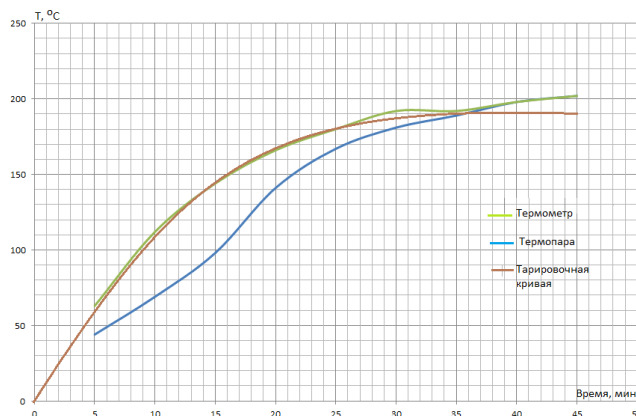


Рис. 3 Зависимость времени зажигания от площади инсоляции

На основе проведенных экспериментов, можно построить дерево событий, карту пожарной опасности на территории Томской области, 3d модель и др., что и будет реализоваться в дальнейшем по данной научной работе.

Литература

1. А.Е. Зубарева, В.А. Перминов. Анализ статистических данных по лесным пожарам в Томской области // Вестник науки Сибири. 2014. №1 (11). – С. 25-33.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И МИНЕРАЛЬНО-ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ УЛИЧНОЙ ПЫЛИ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ Г.МЕЖДУРЕЧЕНСКА, КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Сапрунова И.А.

Научные руководители: доцент А.В. Таловская, доцент Н.А. Осипова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Угледобывающие предприятия оказывают негативное воздействие на окружающую среду. Ярким примером этого воздействия можно назвать Кемеровскую область. Многие города Кемеровской области попадают под влияние выбросов вредных веществ посредством добычи каменного угля, тем самым загрязняя атмосферный воздух городов. Одним из таких городов является город Междуреченск. В настоящее время недостаточно изучено загрязнение атмосферы в летний период года. Уличная пыль представляет собой компонент природы, который можно использовать как индикатор техногенных геохимических аномалий на городской территории в теплое время года [2].

Целью работы является оценка экологического состояния территории г. Междуреченск в летнее время года на основе анализа физико-химических показателей и минерально-вещественного состава уличной пыли.

Летом 2020 года на территории города сотрудниками отделения геологии ИШПР ТПУ было отобрано 29 проб уличной пыли: 11 проб – из Западной и 18 – из Восточной части города. Средний вес каждой пробы составлял около 400-600 г. Далее в лаборатории отобранные пробы были высушены при комнатной температуре и просеяны через сита с диаметром ячейки 1 мм для отделения проб от улично-бытового мусора. Далее автором работы в соответствии с [1, 2] были приготовлены водные вытяжки из пылевого материала. В них проводилось определение водородного показателя (рН), электропроводности (κ) в учебно-научных лабораториях МИНОЦ «Урановая геология» ТПУ. Также в лабораториях определение минерального состава некоторых проб осуществлялось методом рентгеновской дифрактометрии (дифрактометр фирмы Phaser D2), а вещественного состава – на бинокулярном стереоскопическом микроскопе Leica EZ4D с видео приставкой согласно запатентованной методике [4].

По результатам измерения установили, что средние значения водородного показателя и электропроводности уличной пыли сопоставимы с аналогичными показателями почв Междуреченска, значения представлены в табл.1.

Таблица 1

Средние показатели рН и κ в вытяжках из проб уличной пыли и почв г. Междуреченска

Уличная пыль		
Территория исследуемого объекта	рН, среднее значение, ед.рН	κ , среднее значение, мкСм/см
Город	7,84	45
Западная часть города	7,77	48
Восточная часть города	7,9	42
Почвы (по материалам Н.А. Осиповой)		
Город	7,14	43
Западная часть города	6,16	45
Восточная часть города	7,89	41

Установлена слабо щелочная среда (рН>7) уличной пыли г. Междуреченска, что сопоставимо с опубликованными данными для г. Москвы [2]. По значениям электропроводности в исследуемых вытяжках можно отметить существование соледержащих соединений в пробах в растворимых формах. Их диссоциация и обуславливает значения электропроводности, характерные для среднеминерализованных вытяжек. Такая закономерность может быть обусловлена как частичным растворением компонентов минерала, так и привнесом антропогенных частиц ионного состава.

Некоторые пробы с повышенными уровнями рН и κ были дополнительно изучены на минерально-вещественный состав на бинокулярном микроскопе. По результатам изучения установили основные природные частицы – кварц, альбит, кальцит, микроклин, а также в составе обнаружены примеси техногенных частиц. Данные представлены на рисунке 1.

Минеральный состав проб исследуемой территории имеет сходный состав. В пробах содержится большое количество таких минералов как: кварц, альбит, микролин и кальцит. По вещественному составу в пробах преобладают техногенные компоненты такие как стекло и асфальтоподобные частицы, а также высоко содержание техногенных частиц – угольной пыли и угольных частиц [3]. Техногенные частицы могут поступать от близко расположенных к городу угольных предприятий.

Одна из проб с Восточного района Междуреченска с повышенными уровнями рН и κ была дополнительно изучена на рентгеновском дифрактометре. Основную долю составляют следующие минералы: кварц, доломит, альбит, ортоклаз. В составе также найдены доли некоторых рудных (ильменит, хромит, магнетит, гематит) и нерудных (мусковит, кальцит, каолинит) минералов. Полный список минералов с процентным содержанием представлен в таблице 2.

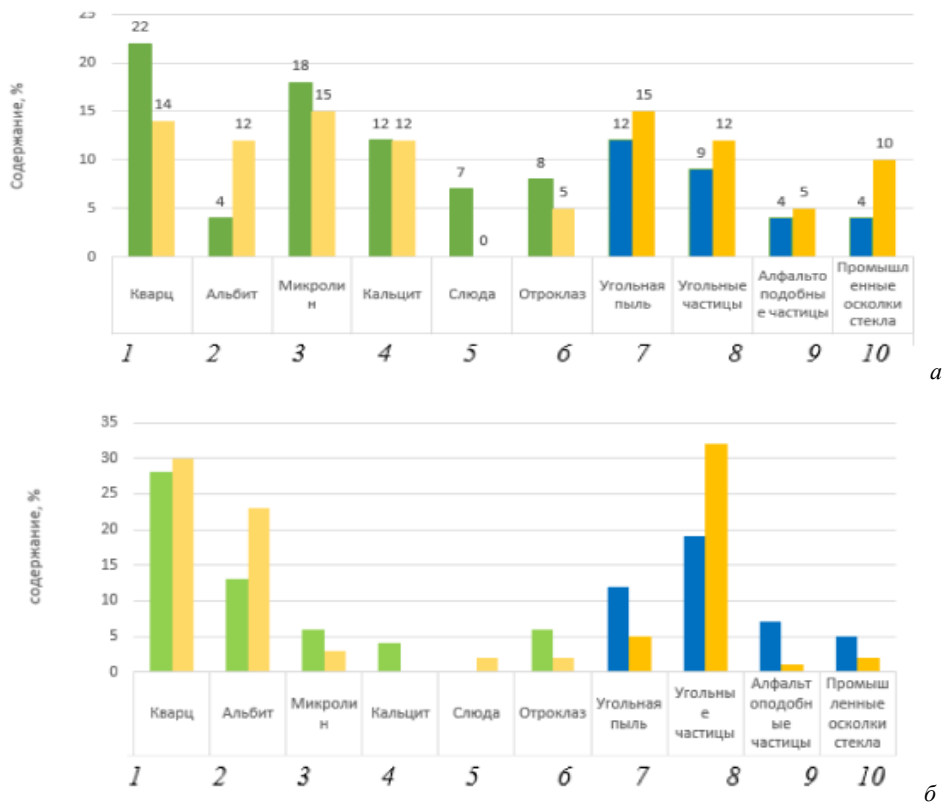


Рис. Вещственный состав проб уличной пыли территории г. Междуреченска (по данным изучения на бинокулярном сканирующем микроскопе): а) Западный район; б) Восточный район (1–6: природные частицы; 7–10: техногенные частицы)

Таблица 3

Минеральный состав по данным рентгеновской дифрактометрии пробы из восточного района г. Междуреченска

Минерал	Формула минерала	Содержание, %
Кварц	SiO_2	34,9%
Доломит	$Ca Mg(CO_3)_2$	11,2%
Альбит	$Na_{0.84}Ca_{0.16}Al_{1.16}Si_{2.84}O_8$	31,2%
Каолинит	$Al_4(OH)_8(Si_4O_{10})$	3,4%
Кальцит	$CaCO_3$	3,4%
Отроклаз	$K Si_3O_8$	6,0%
Мусковит	$K Al_2(Si, Al)_4 O_{10}(OH)_2$	9,1%
Ильменит	$Fe Ti O_3$	0,6%
Хромит	$Fe_{0.5}(Mg_{0.5})(Cr_{1.64}Fe_{0.28}Ti_{0.02}Al_{0.06})O_4$	0,3%
Магнетит	$Fe_{2.75}Ti_{0.25}O_4$	0,3%
Гематит, оксид железа	$Fe_{1.766}O_3$	0,4%

Таким образом, в ходе проведения работы были исследованы физико-химические показатели, а также минерально-вещственный состав уличной пыли. Можно сказать, что данные показатели являются оценочными для понимания экологического состояния городской территории в летнее время года.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 20-05-00675 А.

Литература

1. ГОСТ 26423-85 Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, pH и плотного остатка водной вытяжки [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200023484>
2. Касимов, Н.С. Геохимия снежного покрова в Восточном округе Москвы [Текст] / Н.С. Касимов, Н.В. Кошелева, Д.В. Власов, Е.В. Терская // Вестник Московского ун-та. Сер. 5: «География». – 2012. – № 4. – С. 14 – 24.
3. Минералогия техногенных образований [Текст]: учеб. пособие / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ); Е.Г. Язиков, А.В. Таловская, Л.В. Жорняк – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 264 с.
4. Пат. 2229737 Российская Федерация, МПК7 G 01 9/00. Способ определения загрязненности снегового покрова техногенными компонентами / Язиков Е.Г., Шатилов А.Ю., Таловская А.В. заявитель и патентообладатель Томский политехн. ун-т. – № 2002127851 заявл. 17.10.2002 опубл. 27.05.2004.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ШЛАКОВ В ПРОЦЕССАХ
ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД**

Сладкова А. Д.

Научный руководитель - профессор М.А. Пашкевич
Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

Шлаки производства чугуна и стали составляют более 50% всех отходов черной металлургии. На крупных предприятиях данные отходы могут образовываться в количестве более 2 миллионов тонн ежегодно. Подобная скорость образования влечет за собой проблемы по размещению, транспортировке, утилизации и воздействию на компоненты окружающей среды.

В процессе развития черной металлургии, свойства шлаков изучались, в результате чего, некоторые фракции стали применяться при производстве цемента, в качестве дренажа или удобрений. Так же, например, фракция 10-20 мм доменного шлака применяется при строительстве нижних слоев дорожных покрытий. Так как в производственных процессах нашли свое применение шлаки фракций 10-70 мм, то более мелкие фракции не используются и размещаются в качестве отходов. На Новолипецком металлургическом комбинате образуется порядка 1 миллиона тонн сталеплавильного шлака фракции 0-10 мм ежегодно, который складывается в шлаковых отвалах на территории предприятия и не используется в дальнейших процессах.

Испытания, проведенные с электросталеплавильным шлаком Оскольского электрометаллургического комбината, показали эффективную очистку сточных вод от ионов Fe^{2+} , Fe^{3+} и Zn^{2+} [1]. Смесь фракций 1-3 и 0,1-1 мм электросталеплавильного шлака практически полностью способна удалить из воды компоненты смазочно-охлаждающей жидкости [3]. Самораспадающийся электросталеплавильный шлак в комбинации с магнетитовым концентратом может быть применен для очистки сточных вод от эмульгированных нефтепродуктов и смазочно-охлаждающей жидкости [4]. На основании данных результатов, полученных при исследовании электросталеплавильного шлака, было проведено изучение свойств сталеплавильных шлаков, для выявления возможности использования материала при очистке сточных вод.

В исследовании был использован сталеплавильный шлак фракций 0,3-2,5 мм и 2,5-5,0 мм. При проведении элементного анализа шлака методом рентгеновской флуоресценции было установлено, что компонентами материала являются соединения 48% CaO, 23-27% Fe_2O_3 , 14-15% SiO_2 , 4-5% Al_2O_3 , 3-4% MgO, 3% MnO и другие. Анализ водных вытяжек фракций показал, что pH воды после взаимодействия с материалом равен 12,3 ед. pH, что находится в диапазоне сильнощелочной среды. Для установления безопасности использования сталеплавильного шлака в процессах очистки сточных вод был проведен эксперимент по десорбции компонентов из шлака в сильноокислой и нейтральной среде. В качестве сильноокислой среды был использован раствор азотной кислоты с pH 1. По результатам атомно-эмиссионной спектроскопии было выявлено, что концентрация тяжелых металлов (Mn, Fe, Cu, Ni, Zn) в растворах не превышает предельно допустимых концентраций [5]. Наиболее сильно из шлака вымываются соединения кальция, концентрация которых составляет 603-635 мг/л в нейтральных растворах и 2200-2240 мг/л в сильноокислых растворах. Концентрация остальных компонентов шлака не превышает предельно допустимых показателей [5].

Удельная поверхность фракций шлака была измерена многоточечным методом БЭТ с использованием азота. Измерения показали, что удельная поверхность шлака фракции 0,3-2,5 мм составляет 5,566 м²/г, удельная поверхность фракции 2,5-5,0 мм составляет 3,537 м²/г. Полученные величины удельной поверхности относительно природных и искусственных сорбентов малы, но способность к адсорбции некоторых веществ из сред возможна.

Для изучения возможности сорбции ионов из водных растворов была проведена статическая сорбция катионов Cu^{2+} . Эксперимент проводился с использованием разных навесок шлаков в течении 15 минут. На рисунке 1 представлен график зависимости pH растворов от массы навески шлака. На рисунке 2 представлена зависимость эффективности очистки раствора от массы навески шлака.

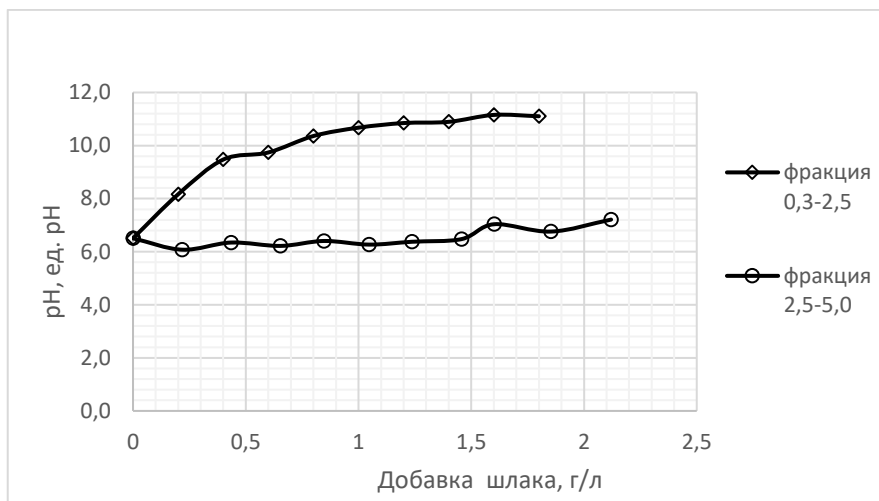


Рис. 1 Зависимость pH растворов от массы добавки шлака

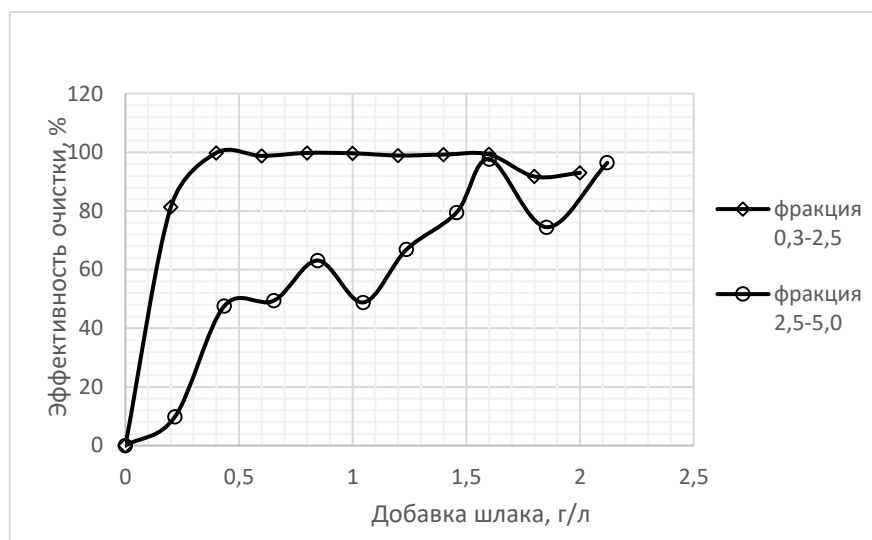


Рис. 2 Зависимость эффективности очистки от массы добавки шлака

Как видно из полученных графиков, высокая эффективность очистки растворов от ионов Cu^{2+} быстрее достигается при использовании шлака фракции 0,3-2,5 мм. Также при использовании шлака более мелкой фракции pH растворов выше, чем при использовании более крупной. Так как шлак фракции 2,5-5,0 мм обладает меньшей удельной поверхностью, то взаимодействие шлака и раствора происходит менее эффективно, что обуславливает меньшую эффективность очистки, поэтому необходимо более интенсивное перемешивание или добавление большей массы шлака.

При взаимодействии раствора и шлака в статическом процессе образовывался белый хлопьевидный осадок. Ионы меди образуют нерастворимый гидроксид при pH 6,1 ед. pH, а полное осаждение $\text{Cu}(\text{OH})_2$ происходит при pH 7 [2]. Поэтому основным механизмом очистки растворов от ионов меди является повышение pH растворов при растворении соединений кальция, входящих в состав шлака, что позволяет ионам металлов образовывать нерастворимые гидроксиды и выпадать в осадок.

После удаления ионов меди, в растворах также были измерены концентрации основных компонентов, составляющих шлак. Результаты атомно-эмиссионной спектроскопии показали, что концентрации всех исследуемых компонентов, в том числе тяжелых металлов, не превышает предельно допустимых значений.

Таким образом, сталеплавильный шлак позволяет очищать растворы, содержащие ионы металлов, гидроксиды которых являются малорастворимыми или нерастворимыми. Необходимо учитывать, что начало осаждения некоторых гидроксидов металлов происходит в нейтральной или слабощелочной среде, а в щелочной и сильнощелочной средах происходит их растворение, тогда как другие гидроксиды металлов осаждаются только в сильнощелочной среде. Поэтому при очистке сточных вод, загрязненных несколькими компонентами, следует использовать ступенчатую очистку с постепенным повышением pH среды.

Применение сталеплавильного шлака в процессах очистки сточных вод позволяет решить проблему утилизации твердых отходов производства, снизить воздействие на атмосферный воздух и почвы в районе

складирования его в отвалах. В следствие чего снижается плата за негативное воздействие на компоненты окружающей среды.

Литература

1. Кирушина Н.Ю. Очистка сточных вод гальванических производств от ионов Fe^{2+} , Fe^{3+} , Zn^{2+} электросталеплавильным шлаком [Текст]: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук / Кирушина Наталья Юрьевна. - Пенза, 2011. - 22 с.
2. Лурье, Ю. Ю. Справочник по аналитической химии [Текст] / Ю.Ю. Лурье. - М., 1971 г. – 456 с.
3. Пат. 2207981 Российская Федерация, МПК С 02 F 1/28, В 01 J 20/02. Способ очистки сточных вод от компонентов СОЖ [Текст] / Рахимов А. И., Сторожакова Н. А., Ивлеев В. Д., Хаймович А. М., Налесная А. В., Жуков С. В., Корнеев Н. Л., Желтобрюхов В. Ф.; заявитель и патентообладатель Институт химических проблем экологии Академии естественных наук Российской Федерации. - № 2001113876/12; заявл. 21.05.2001; опубл. 10.07.2003. – 5 с.
4. Пат. 2430887 Российская Федерация. Способ очистки сточных вод от эмульгированных нефтепродуктов [Текст] / Ю.К. Рубанов, Е.В. Блаидо, А.М. Флорес; патентообладатель ГОУ ВПО БГТУ им. В. Г. Шухова - № 2010113664/05; заявл. 07.04.2010; опубл. 10.10.2011, Бюл. №28. – 5 с.
5. СанПиН 2.1.4.2651-10 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения (с изм. №3 к СанПиН 2.1.4.1074-01) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34003/

ЭКОЛОГО-БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ Г. УЛАН-УДЭ ПО ДАННЫМ ИЗУЧЕНИЯ ЛИСТЬЕВ ТОПОЛЯ

Тайкина И.А.

Научный руководитель - доцент Д.В. Юсупов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Уже более десяти лет подряд г. Улан-Удэ включается в список городов России с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха. Согласно результатам оценки риска для здоровья населения от комплексного многофакторного воздействия среды обитания, атмосферный воздух является средой формирования повышенного риска для здоровья [3]. Таким образом, проведение исследований качества атмосферного воздуха и специфики его загрязнения на территории г. Улан-Удэ представляется актуальным.

Листья тополя зарекомендовали себя как биогеохимический индикатор качества приземного атмосферного воздуха и широко применяются в различных эколого-геохимических исследованиях атмосферного воздуха на урбанизированных территориях с 90-х гг. XX века [1]. Морфологические особенности его листовой пластины позволяют улавливать и задерживать пылеаэрозоли, а широкое использование тополей в зелёных насаждениях городов в умеренных широтах позволяет проводить пробоотбор по равномерной сети в заданном масштабе биогеохимической съёмки [6].

Цель исследования – определить распределение концентраций химических элементов на территории г. Улан-Удэ и выявить возможные источники их поступления по данным анализа листьев тополя.

Территория исследования г. Улан-Удэ – столица Республики Бурятия, располагается у слияния рек Селенга и Уда. Численность населения – 439,128 тыс. чел. (2020). Площадь города – 365,71 км². Город расположен на расстоянии 100 км от оз. Байкал в пределах Иволгино-Удинской межгорной впадины. В геологическом отношении территория сложена четвертичными аллювиальными и эоловыми отложениями [4]. В летний период преобладает северо-западное направление ветров [3]. Улан-Удэ характеризуется частой повторяемостью неблагоприятных метеорологических условий для рассеивания загрязняющих веществ.

Наибольший вклад в объём выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников вносят предприятия теплоэнергетики: ТЭЦ-1 – более 33%; ТЭЦ-2 – 19%; отопительные котельные энергетического комплекса – 17,5%. Авиационный завод (У-УАЗ) – вносит более 5%, Улан-Удэстальмост (УУСМ) – 4,4%, локомотивагоноремонтный завод (ЛВРЗ) – 2,1%. Доля угля в балансе котельного топлива – 75-85%. В загрязнение атмосферного воздуха химическими элементами наибольший вклад вносят У-УАЗ и ЛВРЗ. Автомобильные выхлопы составляют больше половины вредных выбросов [3].

Отбор 34 проб листьев тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) проведён в августе 2015 г. по сети опробования 2×2 км. Отбор проводился методом средней пробы на высоте 1,5-2 м от поверхности земли с примерно одновозрастных деревьев согласно методическими рекомендациям [5]. Сырые пробы (около 100 г) упаковывались в крафт пакеты «Стерит» (150×250 мм). Этап пробоподготовки состоял из просушивания, измельчения, взвешивания и озоления в соответствии с требованиями ГОСТ 2692994 [2]. Навеска проб золы – 100±1 мг. Методом инструментального нейтронно-активационного анализа (аналитик А.Ф. Судыко) на исследовательском ядерном реакторе ТПУ было определено содержание элементов в золе листьев.

Факторный анализ позволил выявить два основных фактора, влияющих на общую дисперсию содержания химических элементов (рис. 1). Фактор 1, преимущественно влияющий на распределение рассеянных, редких и редкоземельных элементов (РЗЭ), вероятно, обусловлен влиянием природных источников поступления и отражает

специфику геохимического состава пород на территории г. Улан-Удэ. Фактор 2, вероятно, техногенный, влияет на дисперсию Cr, Br, Sb.

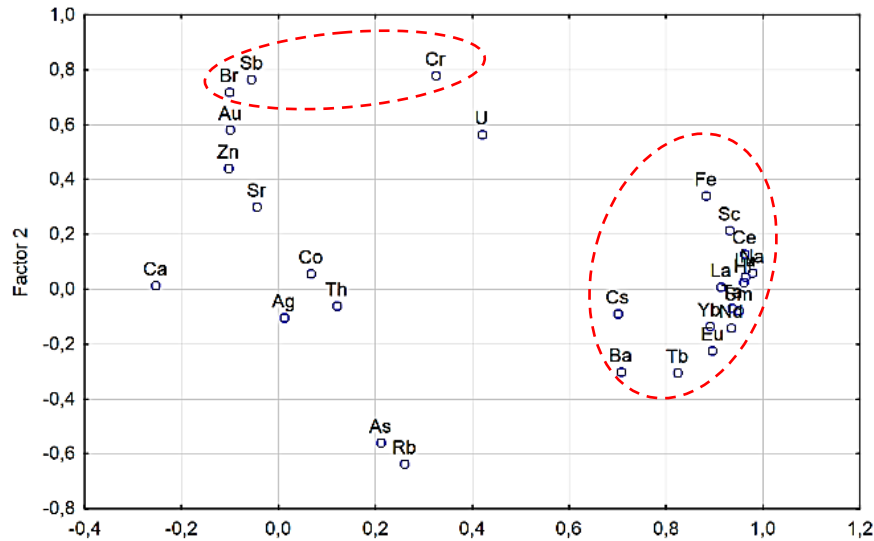


Рис.1 Двумерный график факторных нагрузок элементов в золе листьев тополя г. Улан-Удэ

Источником Sb и Br, вероятно, являются выбросы объектов транспортной инфраструктуры [7]. Cr – элемент, встречающийся на промышленно-урбанизированных территориях в повышенных концентрациях.

Для интегральной оценки концентраций химических элементов в листьях тополя использован аддитивный подход. Для каждой точки находили отношение коэффициентов концентрации ($\geq 1,5$) к количеству таких элементов по формуле:

$$Agi = \frac{\sum Kk(\geq 1,5)}{n},$$

Где Kk - коэффициент концентрации элементов $\geq 1,5$; n – число таких элементов. При расчёте распределения аддитивного показателя (Agi) построена карта (рис.2).

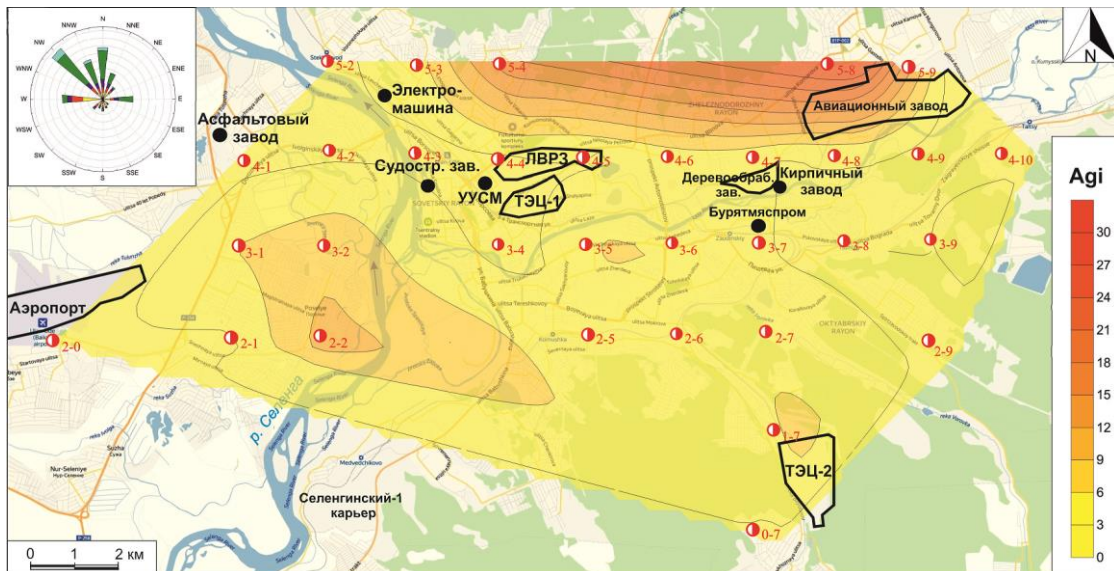


Рис.2 Пространственное распределение аддитивных показателей на территории г. Улан-Удэ

На территории г. Улан-Удэ выделяются два ореола Agi химических элементов. Первый наиболее контрастный ореол наблюдается в северной части города. С учетом розы ветров, он обусловлен петрогенным фактором. Перенос воздушных масс от техногенных источников, располагающихся южнее, например, авиационного завода, не значителен. Влияние петрогенного фактора усиливается пылевым фактором в районе воинской части и танкового полигона, расположенных в 3-5 км к северо-западу от города.

Второй ореол с повышенными значениями Agi выявлен в частном секторе, где преобладает печное отопление (с. Поселье, Солдатский и Исток) на юго-западе левобережья р. Селенга. Здесь создаются

благоприятные условия для переноса загрязняющих веществ в долине реки и отсутствием лесонасаждений на пути воздушных масс по направлению господствующих ветров. Также наблюдаются локальные ореолы с повышенными значениями Ag_i в зонах влияния угольных ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2.

Таким образом, выделены следующие источники загрязнения атмосферного воздуха на территории г. Улан-Удэ: выбросы автотранспорта; выбросы авиационного завода; сжигание углей в частном секторе и в зонах влияния ТЭЦ; пыление подстилающих пород. Два последних источника вносят наиболее весомый вклад.

Литература

1. Баргальи, Р. Биогеохимия наземных растений [Текст] / Пер. с англ. И.Н. Михайловой. – М: ГЕОС, 2005. – 457с.
2. ГОСТ 26929-94. Сырьё и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200021120>
3. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды в Республике Бурятия в 2015 году» – М.: Минприроды России; НИА-Природа. – 2016. – 639 с.
4. Кучумова, Ю.А. Взаимодействие поверхностных и подземных вод в зоне влияния Улан-Удэнского промышленного узла [Текст] / Ю.А. Кучумова, Д.И. Жамбалова, Е.В. Боркхова // Вестник Бурятского университета. – С. 49 – 56.
5. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. – М.: Гидрометеоиздат, 1981. – 108 с.
6. Юсупов, Д.В. Геохимические особенности элементного состава листьев тополя урбанизированных территорий [Текст] / Д.В. Юсупов, Л.П. Рихванов, Н.В. Барановская, А.Р. Ялалдинова // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. - 2016. – Т. 327. – № 6. – С. 25 – 36
7. Alves, C.A. Chemical profiling of PM₁₀ from urban road dust [Text] / C.A. Alves, M. Evtugina, A.M.P Vicente // Science of The Total Environment. - 2018. – P. 41 – 51

ВОСПРОИЗВОДСТВО ЛЕСОВ КАК СПОСОБ СОХРАНЕНИЯ ТАЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЮГО-ВОСТОКА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ ПРИ ВЕДЕНИИ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Хасанова Э.Х., Афонин И.В.

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

С развитием всевозможных отраслей промышленности антропогенное вмешательство в природные процессы достигло гигантского уровня. В некоторых случаях масштабы потребления лесных ресурсов превосходят скорость их естественного восстановления. Поэтому вопрос регулирования природопользования для сохранения лесов при лесохозяйственной деятельности в современных условиях весьма актуален. Одним из главных мероприятий, обеспечивающих непрерывное, неистощимое использование лесных ресурсов, улучшение породного состава и качества лесов, повышение их продуктивности, усиление защитных и иных полезных свойств лесов в интересах охраны здоровья населения, улучшения экологической обстановки, является воспроизводство лесов [3]. Возобновление леса бывает естественным, искусственным и комбинированным. Естественное возобновление в лесном хозяйстве рассматривается как метод лесовосстановления (содействие естественному возобновлению) и включает такие мероприятия, как сохранение подростка от повреждения при лесозаготовках и оставление семенных деревьев на вырубках. Искусственное возобновление леса производится посевом семян или посадкой саженцев. Комбинированное (смешанное) возобновление леса представляет собой сочетание естественного и искусственного лесовосстановления на одном и том же участке (семенное естественное возобновление в сочетании с посевом или посадкой, семенное естественное возобновление хвойных пород с порослевым возобновлением лиственных, порослевое возобновление лиственных пород с семенным возобновлением хвойных пород и т.д.). При естественном возобновлении леса сохраняется разнообразие местных генотипов и периодически повторяющихся обильных урожаев семян, обеспечивающих самовозобновление лесобразующих пород. Это важнейшее свойство растительных формаций поддерживает существование лесов на всем протяжении эволюции и позволяет организовать их постоянное использование. Все современные древостои хвойных пород спелого возраста, в условиях таежной зоны, сформировались именно из подростка предварительного возобновления [9].

Одним из главных природных богатств Томской области остаются леса, представляющие богатый таежный край [1] с древостоями ценных хвойных пород, редкими видами растений и животных, занесенных в Красную книгу [2,5]. Значительная часть лесов области относится к защитным лесам, выполняющим водоохранные, санитарно-гигиенические, оздоровительные, рекреационные и иные полезные функции [1]. Развитие лесопромышленного комплекса, обусловленное заготовкой древесины с последующей реализацией (продажей) круглого леса и продукции его переработки, как на территории Российской Федерации, так и экспорта его за границу [6], является приоритетным направлением экономики региона. Соответственно, земель, занятых лесами, становится меньше. Таежные леса, в особенности кедровые, которые являются самыми сложными и продуктивными лесными экосистемами, постоянно подвергаются воздействию многочисленных природных и антропогенных факторов. В связи с особенностью распространения ореолов древесных насаждений в южных и юго-восточных частях Томской области, для которой характерно наличие темнохвойных и смешанных лесов [7], заготовка леса ведется особенно на этих территориях. Кроме того, особенностью региона является заболоченность территории – 30% и переувлажненные почвы – 67%, что является основным фактором, влияющим на выполнение работ по заготовке древесины (4 – 5 месяцев в зимний период) и проведению мероприятий по лесовосстановлению (70% мероприятий выполняется в осенний период) [1]. Самыми эффективными способами сохранения лесного

фонда Томской области в условиях современного лесопользования являются лесовосстановительные мероприятия, которые в 2020 году были запланированы на площади 25 020 га. На основе анализа данных о состоянии лесного фонда Томской области была составлена таблица (табл. 1), из которой видно, сколько всего мероприятий по всем видам лесовосстановления запланировано и сколько проведено в 2020 году (на площади 25 020 га) [1].

Таблица

Восстановление лесов Томской области по состоянию на 01.01.2020 год

Виды лесовосстановления	Запланировано, га	Выполнено, га	Выполнено, %
Искусственное лесовосстановление			
Всего	3605	1684,4	46,7%
На арендованных участках	3471	1550,4	55,33%
По государственным заданиям	134	134	100%
Комбинированное лесовосстановление			
На арендованных участках леса	1120	1422,7	127%
Содействие естественному возобновлению			
Всего	20295	27728,4	136,6%
На арендованных территориях	19330,7	26 764,1	138,5%
По государственным заданиям	964,3	964,3	100%

Исходя из таблицы 1 получается, что искусственное лесовосстановление проведено на площади 1684,4 га, или 46,7% от общего планового объема – 3605 га. Комбинированное лесовосстановление проведено на площади 1422,7 га или 127% от планового объема – 1120, что на 302 га больше запланированного. Содействие естественному возобновлению проведено на площади 27728,4 га или 136,6% от планового объема – 20295 га, это на 7433,4 га больше от плановых показателей.

В заключение можно сказать, что лес является одним из ключевых ресурсов планеты, поскольку помимо экономической ценности он имеет определяющее (наряду с запасами пресной воды) значение в поддержании приемлемых условий жизни на Земле, выполняя огромный спектр экологических и социальных функций, что обуславливает приоритетность решения проблем использования и воспроизводства лесного потенциала в мире, странах, регионе, населенных пунктах [4].

Грамотное лесопользование непременно предполагает осуществление мероприятий по воспроизводству лесов, делая акцент на содействие естественному лесовосстановлению, как наиболее эффективному способу поддержания «здоровых» лесных экосистем и биологического разнообразия [9], особенно при освоении лесных территорий с целью заготовки древесины и другой хозяйственной деятельности [8]. Это самый надежный путь устойчивого лесопользования в современных условиях. Устойчивое лесопользование в свою очередь подразумевает под собой многоцелевое, постоянное и неиссякаемое использование леса. Обязательные условия для функционирования системы устойчивого лесопользования в России: инвентаризация лесных ресурсов, совершенствование лесохозяйственной техники и технологий, защита биологического разнообразия, рациональное лесопользование, лесовосстановление, сохранение средообразующих и климатообразующих функций леса. При устойчивом лесопользовании в первую очередь необходимо руководствоваться «Правилами рубок ухода за лесом» и «Правилами заготовки древесины», а также проводить научные наблюдения по закономерностям функционирования лесных комплексов, формированию и динамике лесного фонда, воздействию антропогенного фактора, экологического состояния биогеоценозов и т.п. [3].

Лесовосстановление относится к числу наиболее острых и сложных экологических и хозяйственных проблем. Оно тесно связано с правилами и способами рубок леса, технологией лесозаготовок и практикой их ведения. Основная задача лесовосстановления – вырастить в наиболее короткие сроки высокопродуктивные и устойчивые к неблагоприятным факторам леса, способные эффективно и полно выполнять защитные и рекреационные функции, обеспечивать потребности в древесине и других видах лесной продукции. Сохранение таежных территорий путем восстановления древесных насаждений является главной целью лесного хозяйства любого региона, промышленность которого связана с лесозаготовительными работами.

Литература

1. Государственные доклады «О состоянии и охране окружающей среды Томской области с 2001 по 2020 годы» // Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области ОГБУ «Облкомприрода». [Электронный ресурс]. – URL: https://ogbu.green.tsu.ru/?page_id=1456 (дата обращения 22.12.2020).
2. Khasanova E.Kh., Yablochkina N.L., luzhakova M.A. Method for preserving high conservation value forests in the prichulum taiga of tomsk region during logging // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – Т. 666. – С. 042021. doi:10.1088/1755-1315/666/4/042021
3. Мясников А.Г., Данченко А.М., Кабанова С.А. Основы устойчивого лесопользования: Сборник материалов VII Международной научной интернет-конференции: Лесное хозяйство и зеленое строительство в Западной Сибири. – 2015. – С. 15 – 20.
4. Печаткин В.В. Эволюция лесопользования и лесовосстановления в России: мифы и реальность // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2013. - № 2 (26) – С. 161-171.

5. Хасанова Э.Х. Способы сохранения лесного фонда районов таежного Причумылья Томской области при лесохозяйственной деятельности // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXIV Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. Т. 1. Томск: Изд-во Том. политехн. ун-та. – 2020. – С. 641 – 642.
6. Хасанова Э.Х., Яблочкина Н.Л., Новиков А.В. Сохранение лесов высокой природоохранной ценности в таежном Причумылье Томской области при лесохозяйственной деятельности // Природопользование и охрана природы: Охрана памятников природы, биологического и ландшафтного разнообразия Томского Приобья и других регионов России: материалы IX Всероссийской с международным участием научно-практической заочной конференции / под ред. Н.М. Семенович. Томск: Издательство Томского государственного университета. – 2020. – С. 113-117.
7. Хасанова Э.Х., Афонин И.В., Хасанов Д.О. Марганец в почвах таежного Причумылья Томской области // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXIV Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. Том I / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. – 2020. – Т.1 – С. 639 – 641.
8. Хасанова Э.Х., Яблочкина Н.Л. Способы защиты особо охраняемых природных территорий юго-востока Томской области на примере лесохозяйственной деятельности Зырянского лесничества // Трансграничное сотрудничество в области экологической безопасности и охраны окружающей среды: Материалы конференции (Гомель, 4-5 июня 2018 г). С. 161-165. Электронное научное издание. <http://conference.gsu.by> (дата обращения: 02.12.2020).
9. Цветков В.Ф. Самовозобновление леса: текст лекции / Ин-т экон., фин. и бизнеса. – Архангельск: Изд-во АГТУ. – 2009. – 84 с.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РТУТИ В УЛИЧНОЙ ПЫЛИ Г. МЕЖДУРЕЧЕНСКА (ЮЖНЫЙ КУЗБАСС) Чурина С.С.

Научный руководитель - доцент Н.А. Осипова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск Россия

Уличная пыль — это совокупность твердых частиц сложного химического состава. Из-за большой удельной поверхности частицы пыли с городских улиц могут связывать тяжелые металлы, особенно ртуть (Hg). Hg - стойкий токсичный загрязнитель с высокой степенью биоаккумуляции. Hg попадает в окружающую среду в результате естественных и антропогенных процессов. Основная проблема загрязнения окружающей среды в г. Междуреченске - выбросы от стационарных источников. Междуреченск занимает 2-е место после Новокузнецка по выбросам загрязняющих веществ в городах Кемеровской области [3]. Влияние выбросов загрязняющих веществ из стационарных источников четко отражается на уличной пыли и является крайне негативным.

Ртуть, находящаяся в составе городской пыли, может попадать в организм человека при вдыхании, проглатывании и непосредственно через кожу, и накопления ртути может вызывать острые и хронические заболевания. Целью данной работы является изучение закономерностей распределения ртути в дорожной пыли г. Междуреченска. Город расположен в центральной части Томусинского угольного месторождения в месте слияния рек Томь и Уса в зоне их впадения от гор Кузнецкого Алатау в Кузнецкую низкогорную холмистую впадину [3].

Пробы (29 проб) были отобраны в черте города Междуреченска согласно плану отбора проб, вдоль сети с однородной поверхностью (М: 1:25 000), на доступных участках отбора проб, где наблюдается максимальное скопление выбросов пыли угольных объектов при буровзрывных работах в сторону города, и объектов производства тепловой энергии, для всестороннего исследования выбранной местности. Выбирая точки отбора проб, мы стараемся избегать воздействия транспортных средств. Образцы были собраны на мощеных площадках с использованием пластиковых щеток с твердой чистой щетиной, с использованием методов, описанных в [1]. Отобрано статистически значимое количество проб. Собранные пробы, массой не менее 500 г помещали в плотные полиэтиленовые пакеты. Затем в лаборатории собранные образцы сушили при комнатной температуре и просеивали через сита с размером ячеек 1 мм, чтобы отделить пробы от улично-бытового мусора.

Определение содержания ртути в дорожной пыли проводили методом атомной адсорбции на анализаторе ртути RA 915+ с приставкой Pico-915 + [5]. Данный метод основывается на восстановлении связанной ртути, находящейся в пробе, методом пиролиза и последующем переносе образовавшейся атомарной ртути из атомизатора в аналитическую кювету воздухом. В качестве стандарта использовали стандартный образец почвы СДПС-3 с содержанием ртути 290 нг /г.

Навески предварительно измельченных и высушенных при комнатной температуре образцов составили (45,0-60,0) ± 0,1 мг. Пределы относительной погрешности измерения составляли от 20 до 28% в зависимости от массовой доли ртути в образцах с доверительной вероятностью 0,95 и тремя параллельными измерениями.

Разделение почв на фракции производилось последовательной экстракцией [6]. При растворении исходного образца в воде выделяется слабосвязанная водорастворимая форма. Следующую кислотно-растворимую фракцию выделяли действием водного раствора уксусной и соляной кислот. Последовательно концентрированные растворы гидроксида натрия и азотной кислоты использовали для выделения в решетке малорастворимых форм - органических комплексов и высоко связанных минеральных носителей. Каждая стадия выделения состояла из стадии интенсивного перемешивания в течение 10-12 часов, осаждения нерастворимой части центрифугированием и последующей декантации.

Среднее содержание ртути в уличной пыли городской территории составляет 36,4 ± 4,7 нг/г, в западном районе – 26,3 ± 5,3 нг/г и в восточном районе – 41,8 ± 6,3 нг/г.

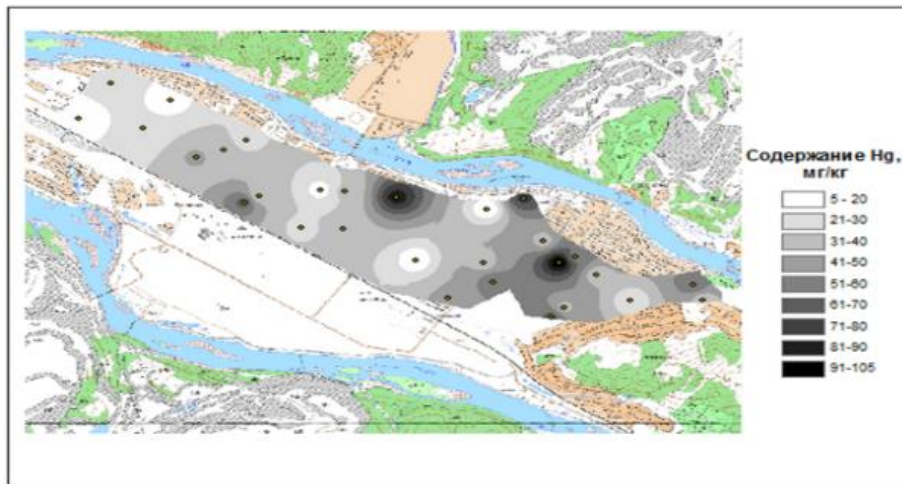


Рис.1 Распределение ртути в уличной пыли на территории г. Междуреченска

На карте г. Междуреченска показано распределение ртути в пыли, на которой хорошо видны участки с повышенным содержанием ртути. Максимальное значение концентрации Hg в городе составляет $104,2 \pm 4,7$ нг / г (проба 23), это количество обусловлено объектами угля, вынесенными при проведении буровзрывных работ в сторону города. Максимальное значение в западном регионе составило $64,7 \pm 5,3$ нг / г (проба 8), а в восточном - $104,2 \pm 6,3$ нг / г (проба 23).

На рисунке 2 приведено сравнение содержания ртути в уличной пыли и почве.

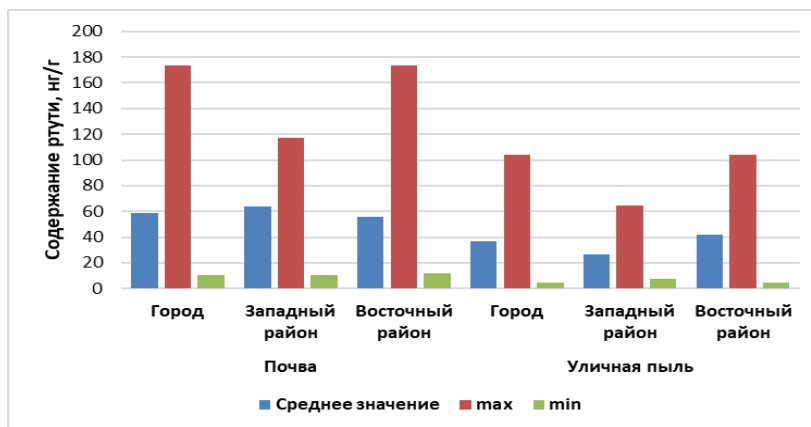


Рис.2 Сравнение показателей содержания Hg в уличной пыли и почве

Сравнение показывает, что показатели содержания ртути (Hg) в почве несколько выше показателей уличной пыли. Это может быть связано с тем, что ветер выдувает некоторые химические элементы, в том числе ртуть, а также вызвано атмосферными осадками, вымывающими ртуть из уличной пыли.

Определение форм нахождения ртути в пылевых пробах методом последовательного экстрагирования [4] позволило установить следующее. Обработка проб в дистиллированной воде (1 ступень экстрагирования) с последующим высушиванием при комнатной температуре показала, что в водный раствор при этом переходит 10,94% (от 9,8 до 28,6% ртути) от ртути, определенной по сумме вытяжек. Можно полагать, что доля слабо связанной водорастворимой ртути невелика. Возможно, это происходит потому, что уличная пыль находится в постоянном водо- и газообмене с атмосферной влагой, и, хотя пробы отбирались в сухую погоду, частичный унос легко растворимой ртути в более влажную погоду, предшествующую пробоотбору, нельзя исключить. Переход ртути в ацетатно-аммонийно-буферный раствор (смесь 0.1 М уксусной и 0.01 М соляной кислот) исследователи связывают с существованием неорганических, относительно слабо сорбированных соединений ртути таких как ее соли, или ее ионы. Их доля также невелика – 10,4%, что находится в хорошем согласии с литературными данными о присутствии такой формы ртути в почвах, в том числе в почвах Приангарья [2].

Третий этап экстрагирования (1М раствор NaOH, щелочная вытяжка) показал присутствие органической формы ртути, более прочно связанной в материале уличной пыли, нежели две предшествующие формы; в щелочной раствор перешло 44,8% ртути от ее общего содержания, при минимальном значении 34,6% и максимальном 62,5%. Имеет ли эта форма антропогенное происхождение, нельзя сказать однозначно, однако в пробах с высоким содержанием ртути долевой вклад этой формы - на уровне средних значений. То есть, пови́димому, повышенные содержания ртути с ней не связаны. И наконец, на 4 стадии эксперимента в раствор концентрированной азотной кислоты переходит самая прочносвязанная ртуть, доля которой составляет 33,9% при

минимальном значении 13,3 %, и максимальном 70,13 %. Широкий разброс значений указывает на неравномерный характер распределения ртути в пробах в зависимости от места их отбора. Органическая, разлагаемая щелочью, и более прочно связанная микроминеральная (пиритная) формы ртути характерны для ртути в углях.

Проведенный ранее анализ состава пылеаэрозольных выпадений на территории г. Междуреченска и прилегающих территорий показал, что они отличаются существенно более высокими (в 2-3 раза) содержаниями ртути, чем таковые в фоновом районе [4]. При этом на долю угольных частиц приходится от 20% до более 80% от массы твердого вещества выпадений. При среднем содержании ртути в угле Кузбасса 0,08 мг/кг вклад угольной пыли в суммарное количество ртути в пылеаэрозоле может составлять от 45% до 90%. Фактически же угли юга бассейна существенно богаче ртутью, чем показывают средние оценки для Кузбасса, и реальная их доля в балансе элемента в почвах может превышать 90%. Так, согласно выполненным исследованиям, угли разреза Междуреченский содержат 0,57 мг/кг ртути. Близкие значения получены и для других угледобывающих предприятий юга Кузбасса. Следовательно, угольная пыль, наряду с продуктами сжигания угля, определяет уровни накопления ртути в пыли города и прилегающих территорий.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 20-05-00675 А.

Литература

1. Власов Д. В., Касимов Н. С., Кошелева Н. Е. Геохимия дорожной пыли (Восточный округ Москвы) //Вестник Московского университета. Серия 5. География. – 2015. – №. 1.
2. Гордеева О. Н., Белоголова Г. А., Рязанцева О. С. Формы нахождения ртути в почвах природно-техногенных ландшафтов Приангарья //Современные проблемы геохимии: материалы конф. молодых ученых. – 2011. – С. 12-17.
3. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2017 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ako.ru/upload/medialibrary/7ff/doklad_2017.pdf
4. Осипова Н. А. и др. Влияние угледобывающих предприятий на загрязнение снегового покрова прилегающих урбанизированных территорий (на примере г. Междуреченск) //Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2017. – Т. 328. – №. 12.
5. ПНД Ф 14.1:2:4.243-07. Методика выполнения измерений массовой концентрации общей ртути в пробах атомно-адсорбционным методом с зеемановской коррекцией неселективного поглощения на анализаторе ртути «РА-915» с приставкой РП-91 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293837/4293837385.pdf>
6. Bloom N.S., Preus E., Katon J., Hiltner M. Selective extractions to biogeochemically relevant fractionation of inorganic mercury in sediment and soils [Text] / N.S. Bloom, E. Preus, J. Katon, M. Hiltner // Anal. Chim. Acta. - 2003. - V.479. - N 2. - P. 233-248.

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ РАСТЕНИЯМИ СЕМЕЙСТВА РЯСКОВЫЕ (LEMNACEAE) НА ТЕРРИТОРИИ КОЛПАШЕВСКОГО РАЙОНА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Шуварикова В.Ю., Барановская А.Ю.

Научный руководитель - профессор Н.В. Барановская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Lemnaceae - это семейство свободно плавающих водных растений, известных под общим названием «ряска». Данные макрофиты активно используют в качестве объекта для исследований в области экологии, фиторемедиации, экотоксикологии, производства биофармацевтических препаратов, а также в качестве источника кормов для животных, для сельского хозяйства [1,4].

Нами определен элементный состав рясковых, произрастающих на территории Колпашевского района Томской области с использованием метода масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС) на базе НОЦ «Вода» ТПУ. Общее количество исследуемых проб ряски составило 23 шт.

Основная особенность Колпашевского района заключается в том, что большая часть территории района находится в долинах реки Оби и реки Кеть. Стоит отметить, что район располагает большими запасами торфа [3]. Также исследуемая территория расположена в границах Бакчарско-Колпашевского железорудного месторождения. Особенность этих руд заключается в значимости и высоком содержании многих примесных полезных компонентов (Au, Ag, Sc, Mo, Ce, Be, Zr, P, U, Th, Sr, Ba, V) [2].

На территории Колпашевского района не наблюдается крупных промышленных предприятий, за исключением завода проводов и кабелей для электронного и электрического оборудования. Наибольшая степень урбанизации территории района сконцентрирована в г. Колпашево.

Несмотря на схожесть элементного состава ряски в отношении ряда элементов на территории Колпашевского района, в зависимости от территории произрастания объекта можно выделить следующие закономерности. В направлении реки Кеть в ряске водных объектов накапливаются такие элементы, как: Mo, Co, Tl, Br, Ce, Cd, Fe, Zr, Zn, W, Tm, Al, Er, Yb, Lu, Tb, Gd, Nd, Sm, Eu, As, Ni, Cr, Mn, Ga, V, La, Be, Th, Se, Ba, Hf, Nb, Li, Ti, Ta, K, Rb, Sn, Ca, Cs, Pb, Te, Mg, Bi, Ag, B, Ge, Os, Au относительно медианного значения по выборке.

В водных объектах вдоль реки Обь накапливаются такие элементы, как: Cs, U, Yb, Bi, Lu, Er, Br, As, Tb, Co, Sm, Gd, Th, Li, Be, Nd, Se, Fe, Nb, W, Mn, Eu, Ce, Na, Pd, Al, Cr, Zr, La, Cl, Tl, Mo, Ni, Ba, Mg, Sb, V, Sc, Rb, Pb, B, Ca, Sr, Au.

Ряска произрастающая в водных объектах города Колпашево характеризуется в составе повышенными значениями Au, Pt, Ag, Bi, Pd, Sn, W, Al, Cu и Th.

По результатам полученных данных растения семейства рясковые характеризуются положительными свойствами при использовании их в качестве биоиндикатора экогеохимического состояния исследуемой территории. Данные макрофиты характеризуются толерантностью к природно-климатическим условиям, высокой степенью встречаемости и чувствительностью к элементному составу окружающей среды, а также являются гипераккумуляторами многих химических компонентов.

Литература

1. Барановская Н.В. Ртуть в ряске как индикатор техногенеза на территории России [Текст] / Н.В. Барановская, А.Ю. Барановская, О.А. Капитонова // *Izvestiya Tomskogo Politekhnicheskogo Universiteta Inzhiniring Georesursov*. – 2020. – Т. 331. – №. 10. – С. 23-31.
2. Гринёв, О.М. Рифтовые системы Сибири: методология изучения, морфо-тектоника, минералогения [Текст] / О.М. Гринев. – Томск: STT, 2007. – 434 с.
3. Земля Колпашевская: сборник научно-популярных очерков / под ред. Я. А. Яковлева; Администрация Колпашевского района; Томский государственный историко-архитектурный музей. — Томск: Издательство Томского университета, 2000. — 596 с.
4. Ekperusi, A.O. Application of common duckweed (*Lemna minor*) in phytoremediation of chemicals in the environment: State and future perspective [Text] / A.O. Ekperusi, F.D. Sikoki, E.O. Nwachukwu // *Chemosphere*. – 2019. – Т. 223. – С. 285-309.

8.1 ГЕОЭКОЛОГИЯ ГЛАЗАМИ ЮНЫХ

ПРОКОПЬЕВСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 1995 ГОДА – ЕСТЕСТВЕННОЕ ТЕКТОНИЧЕСКОЕ СОБЫТИЕ В ЖИЗНИ ГОРОЖАН

Асхадуллина А.Н.

Научный руководитель - учитель НОУ «Аквармарин» МБОУ «Школа № 45» В.Е. Коноплева
МБОУ «Средняя общеобразовательная школа с углубленным изучением отдельных предметов № 32», г. Прокопьевск, Россия

Кузнецкий бассейн как геологический феномен изучался еще в XVIII веке, но его научное описание было предпринято Петром Александровичем Чихачевым в 1842 году. Именно он в результате экспедиции подготовил, а в 1845 году в Париже опубликовал итоговую работу «Путешествие по Восточному Алтаю». Он предложил именовать Кузнецким каменноугольным бассейном «крупный резервуар каменного угля, который до сих пор не известен, занимая в среднем пространстве 250 километров в длину, 100 километров в ширину от окрестностей Кузнецка и до местности, примыкающей к реке Ине». Сегодня почти 56,7% добычи каменных углей и около 74,6% от добычи всех коксующихся углей России добываются именно в Кузбассе, что делает его одним из крупнейших активно разрабатываемых месторождений каменного угля в России и странах СНГ. За последние двадцать лет, тенденция способов угледобычи поменялась от подземных методов, до открытых работ. Из-за относительно неглубокого залегания пластов каменного угля данный способ добычи становится наиболее выгодным. Но угольные разрезы наносят серьезный ущерб экологии региона и здоровью населения. Интенсивные открытые разработки вызывают оползни и даже землетрясения. Бурное развитие горнодобывающей промышленности заставляет поднимать вопросы об обеспечении сейсмической безопасности в Кемеровской области. При этом рассматриваются проблемы развития сейсмичности в районе добычи угля (Кузнецкая впадина) и в районах добычи железной руды (Горная Шория). С конца 90-х годов XX века количество землетрясений в Кузбассе резко увеличилось и продолжает расти с каждым годом. Данные изменения влияют не только на методы разведки и разработки каменноугольных месторождений, но и на повседневную жизнь кузбассовцев, чье место жительства находится в непосредственной близости к разрезам. Это связано с изменением подхода к добыче угля, многие предприятия начали использовать подрывную технику для достижения максимальной выгоды. Но такие радикальные методы не могут применяться без последствий. Изменение структуры грунта от горных выработок становится одной из главных причин землетрясений региона. Так или иначе, сейсмическая активность четко ползет по траектории выработки. То есть техногенная природа этих событий не может быть оспорена. Наряду с природными сейсмическими событиями антропогенное изменение слоев горных пород становятся особо опасными для Кузбасса. Находясь в активном Алтае - Саянском горном поясе западная часть Кузбасса наиболее сильно подвержена возникновению землетрясений. В Кемеровской области активно ведутся горные работы, образуются пустоты, что приводит к перераспределению действующих напряжений в верхней части земной коры. Может получиться так, что из-за этого перераспределения в некоторых местах возникают большие напряжения, и там происходят подвижки, которые мы воспринимаем как землетрясение. Прокопьевское землетрясение 14 сентября 1995 года по всем признакам является естественным тектоническим событием. Оно произошло на границе Салаирского кряжа и Кузнецкой котловины, которой является зона Тырганского разлома первого порядка, в месте пересечения его поперечным Кытмановским разломом второго порядка. Кытмановский и находящийся южнее его Ташелгино-Темирский трансформные разломы ограничивают блок, который находится на наиболее изогнутом участке Тырганского разлома, и, как считают геологи (Боголепов, 1967; Евстигнеев, Кузнецов, Ашурков, 1983), испытывает максимальные напряжения. Максимальная наблюдаемая интенсивность сотрясений почвы 5-6 баллов при землетрясении 14 сентября не превысила нормативной оценки сейсмической опасности рассматриваемой территории - 6 баллов для всей южной половины Кемеровской области с локальным повышением до 7 баллов в районе г. Новокузнецка (Сейсмическое районирование. 1980: СНИП 1-7-81, 1982). Ниже приводится описание характера проявлений землетрясения в отдельных населенных пунктах Кемеровской области и Алтайского края. В г. Прокопьевске (5-6 баллов) ощущало большинство жителей. В центре города на крыше одного из старых кирпичных зданий вывалились кирпичи из трубы. На проспекте Шахтеров вблизи административного здания АО "Прокопьевскуголь" на 1-ом этаже 4-этажного здания, в магазине, распахнулись дверцы больших холодильников, в соседнем отделе попадали консервные банки с полки, в следующем отделе ощутили покачивание, но падения предметов не было. Одна из продавцов испытала приступ дурноты. Многие опрошенные жаловались на закладывание ушей во время землетрясения и большинство слышало шум, как от тяжелого трактора. Наиболее сильно землетрясение ощущалось в микрорайонах Тыргана. В некоторых многоэтажных домах новой постройки появились трещины в штукатурке, в основном в местах стыков железобетонных плит на лестничных пролетах. Многочисленные слухи о более серьезных повреждениях отдельных зданий при землетрясении были вывернуты даже с корнем дерева. Внутри помещений колебания ощущали практически все, некоторые испугались. В школе №72 колебания сильнее ощущались на 3-ем этаже. В одном из кабинетов немного осыпалась побелка с потолка, в другом - открывались дверцы шкафов и падали ручки с карандашами. В соседней школе № 33 наблюдалась аналогичная картина, все, кто был внутри здания, испугались - было неприятно. В школе № 42 учителя вывели детей на улицу. Ощущали землетрясение и жители, находившиеся вне жилых помещений, но, в основном, в состоянии покоя отмечали гул, как от работающего трактора и колебания земли, иногда сильные, такие, что невозможно было устоять на ногах. Все единодушно отметили различие ощущений при повторях землетрясения.

Работавшие в шахтах землетрясения не почувствовали. В городах Новокузнецк и Киселевск проявления землетрясения были аналогичны тем, что наблюдались в Прокопьевске. В пригороде Киселевска, поселке Афонино, застроенном, в основном, одноэтажным частным сектором, землетрясение ощущали многие, но гула не слышали, в домах качались предметы, отмечены случаи пробуждения и испуга людей, спавших после ночной смены. Поселок Кара-Чумыш (5-6 баллов), застроен в основном старыми одноэтажными домами из бревен и бруса, часто ветхими. Ощущали практически все жители. Отмечено волнообразное движение земли и пола в домах во время землетрясения. Слышали звон посуды в шкафах, но ничего не разбилось. Один из опрошенных в испуге выбежал из бани, которую топил. Ощущали все работавшие на огородах при копке картофеля. Более сильно ощущалось на восточной окраине. В тайге, примерно в 10 км от Кара-Чумыша лесозаготовители почувствовали толчки и волнообразное движение почвы. Один из них, сидевший на чурке подумал, что кто-то по ней стучит, обернулся отругать товарища и увидел, что тот стоит с "выпученными глазами". Колебания продолжались секунд 10. Затем все стихло. Было страшно. Думали, что где-то взорвали мощную бомбу. В селе Верх-Егос (5-6 б.) ощущалось практически всем населением. Отмечено падение предметов, звон посуды, колебания мебели. Наиболее сильно пострадала школа - кирпичное двухэтажное здание. Внутри все испещрено трещинами в штукатурке, осыпаниями побелки. Оконный проем на лестнице опоясан трещинами. Перед первым сентября школа была приведена в порядок, все побелено и подновлено - повреждения в результате землетрясения на обоих этажах. Явно свежие повреждения возникли на этой же улице. Были опрошены жители двухэтажных кирпичных домов, похожих на бараки по внутреннему устройству. Возраст домов - от 10 до 30 лет. Землетрясение ощущали все жители, как внутри домов, так и на улице рядом с домами. На двух из шести домов частично разрушились трубы: вывалились кирпичи, возможно там, где отсутствовал раствор или был низкого качества. Повреждений внутри жилых зданий не отмечено и достоверных сообщений о них не было. Село Керлегеш (5-6 б.). Землетрясение ощущалось большинством населения внутри и снаружи зданий. Внутри зданий отмечено дрожание стен, предметов, посуды. Многие слышали гул, как от самолета. Жилые дома построены в основном из деревянных материалов. Есть дома из гипсостружечных плит. **Прокопьевское землетрясение** сопровождалось малочисленной серией афтершоков. Энергия наиболее сильного афтершока (14 сентября 1995 г. в 8 час 20 мин. по Гринвичу, К-10) была на два порядка меньше величины главного толчка. Эпицентральная область афтершоков слабо вытянута в северо-восточном направлении. Эпицентр главного толчка располагался в центре этой области. Закономерное убывание частоты возникновения афтершоков со временем показало, что вероятность возникновения более сильных или соизмеримых с главным землетрясением событий в эпицентральной области быстро уменьшилась до уровня величин, принятых при построении карты сейсмического районирования (Сейсмическое районирование 1980). Необходимо внедрять более современные технологии регистрации, передачи и обработки данных о сильных землетрясениях в режиме, близком к реальному времени (БРВ). Сейчас этот режим начинает внедряться во многих странах. (Старовойт, Чернобай, 1994).

Для Кузбасса существует настоятельная необходимость расширения региональной сети сейсмических станций за счет создания здесь локальной сети сейсмостанций, которая наряду с обработкой данных в режиме БРВ позволила бы более точно определять координаты сейсмических событий, что в свою очередь давало бы возможность получать каталоги землетрясений для Кемеровской области, менее засоренные промышленными взрывами, и давать оперативную оценку сейсмического режима. В целом сейсмологический мониторинг, основная цель которого состоит в оценке периодов повышенной сейсмической опасности, вероятно, возможен только на основе проведения комплексных геофизических наблюдений, включая наблюдения, ведущиеся при производстве горных работ. В цоколе террасы залегает интенсивно дислоцированная толща Ильинской свиты верхней перми, образующая ряд крутых антиклиналей и синклиналей, осложненных на крыльях и в осях серий небольших дизъюнктивов и мелких флексур. Грабен ограничен двумя системами разрывных нарушений. Верхняя (по течению) система располагается в 250 м выше устья впадающего в Томь лога и состоит из двух сближенных разрывов. Элементы залегания пород висячего крыла: азимут падения 230 град. ЮЗ, угол падения 52 град. Породы лежачего крыла сильно перемяты. Высота цоколя по обе стороны от уступа 11,5 м и 7,5 м. В морфологическом генетическом отношении разрыв, пришедший к деформации цоколя, является подбросом. Намного сложнее строение нижней (по течению) системы разрывных нарушений. Начинаясь в 25 м от устья лога и имея ширину 40 м, эта система включает три разрыва и узкую зону из четырех сравнительно крупных и множества мелких разрывов вблизи нижнего уступа в цоколе террасы. Блоки пород между разрывами перемяты. Перемятость чувствуется почти до устья лога. Ниже разрывов азимут падения лежачего крыла 50 град. СВ, угол падения 62 град. Высота цоколя по обе стороны от уступа 8 м и 11,5 м. Азимут простирания ближайшего к уступу разрыва 310 град. СЗ. Высота цоколя в грабне и вне его в пределах указанной части разреза составляет соответственно 6-8,5 м и 9,5-12 м, в среднем 7,2 м и 11,2 м (по нескольким измерениям). Обращают на себя внимание два обстоятельства, позволяющие довольно определённо говорить о возрасте движения. Первое: верхний уступ располагается в 2 м выше, а нижний - в 5 м ниже по течению от соответствующих систем разрывов. Второе: мощности речника, представленного галькой, гравием, разнозернистым песком в грабене и за его пределами равны 0,2-1,5 и 3-5 м, в среднем 0,7 и 4,3 м. Всё это является следствием морфологического оформления грабена уже после образования цокольной террасы: размыв аллювиальной толщи и уступов произошел после опускания к урезу воды в реке части ступени террасы. Нижний уступ, в который ударяла струя воды, отступил дальше. Два других варианта формирования грабена - до и во время сложения руслового аллювия-несостоятельны, поскольку в первом случае грабен не был морфологически выраженным, а во втором-должен был «доверху» заполниться аллювием. Переходи на поверхность террасовой ступени, можно видеть четкий уступ в рельефе над верхним (по течению Томи) уступом цоколя. Его азимут 280 СЗ. Возникнув после размыва речника и, следовательно, после образования грабена, он не имеет тектонической природы, если, конечно, в последующем не происходило новых подвижек. Представляется важным предположением о возможности сопровождения подвижек вдоль описанных разрывов

землетрясениями. Оно основано на приуроченности района расположения грабена к зоне 6-бальных землетрясений. Но нельзя исключать и возможность постепенного развития деформации, в пользу которого свидетельствует унаследованность движений по разрывам.

Во время полевой геологической практики был изучен грабен, нарушающий нормальное строение левобережной ступени цокольной террасы Томи. Грабен ограничен двумя системами разрывных нарушений. Путь, на котором проходили исследования был пройден против течения от верхней системы, находящейся в 205 м выше устья впадающего в Томь лога, до нижней системы разрывных нарушений, находящейся в 25 м от устья лога. На протяжении пути было отмечено 23 точки. На них были взяты образцы пород и сняты фотоснимки, а также отмечены параметры, которые записаны в полевом дневнике. Работа будет продолжаться.

Литература

1. Горшков Г. П. Землетрясения. [Текст] / Г.П. Горшков - БСЭ, т. 16, 1952
2. Усов М. А. Структурная геология [Текст] / М.А. Усов.: М.-Л., Госгеолгиздат, 1940 – 135 с.
3. Файнер Ю. Б. История развития Кузнецкой котловины в мезозойскую и кайнозойскую эры //Автореф. Канд. дисс., Новосибирск. – 1967.

КАРКАСНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ПРИМЕРЕ ПРОГРАММЫ MICROMINE Казтай Д.

Научный руководитель - главный специалист по УПР А.Н. Сарсенбаева
ТОО РЦГИ "Казгеоинфром" г. Алматы. Республика Казахстан

Модель каркаса - это как скелет. Каркасное моделирование в основном выполняется во многих программах, как – AutoCAD, PLMPedia, Autodesk Inventor, 3D Max, Micromine и др. Мы же выполним каркас по программе Micromine.

Объектом исследования является программа Micromine.

Задача: Собрать и подготовить материал, загрузить в специализированную программу геологические данные, построить по базе данных каркас месторождения.

Предметом исследования являются геологические данные и программное обеспечение Micromine.

Цель работы – ознакомиться и рассказать о том, как и где применяется программа Micromine.

Каркасное моделирование – предоставляет инструменты для построения, управление и анализа 3D солидов поверхностей для углубленной разведки, оценки запасов, геологического моделирование. Высокопроизводительные инструменты для визуального построения 3D моделей для проектирование подземных рудников или геологических интерпретаций с помощью осевых линий, фигур профиля выработки. [1]

Моделирование любого геологического объекта, в том числе месторождения полезного ископаемого, представляет собой искусственное создание геометрических образов (карт, планов, разрезов и т. п.) или математических выражений, воспроизводящих наиболее существенные черты и характеристики моделируемого месторождения. [2].

В первую очередь формируется база данных. В памяти компьютера создается структурированные массивы информации, полученной при разведке мест. Мы расскажем о том, как работать со скважинами в MICROMINE, работе с базами данных скважин, визуализации траекторий и интервалов скважин, а также о проектировании разведочных скважин. В базу данных входят: данные с расположением скважин, таблицы в программе Excel: таблица устьев, таблица инклинометрии, таблица опробование, таблица геологического описания.

ЛИСТ	№№№ ПП	номер выработки	участок работ	X	Y	H	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	
40		896		583890,2	238566,3	322,89	
40		897		583890,1	238566,3	322,19	
40		898		583889,5	238606,3	321,79	
40		899		583889,4	238626,3	321,05	
40		900		583888,8	238646,3	319,43	
40		901		583888,6	238667,8	318,8	
40		902		583871,4	238530,5	322,81	
40		903		583871,3	238550,5	322,27	
40		904		583870,7	238570,5	321,22	
40		905		583870,6	238590,5	320,06	
40		906		583870	238610,5	319,84	
40		907		583869,9	238630,5	319,8	
40		908		583869,3	238650,5	320,01	
40		909		583869,1	238671,8	320,15	
40		916		580190,9	235023,2	367,46	
41		942		580386	237761,9	382,02	
41		943		580620,9	234322,6	379,56	
41		944		581087,2	234066,8	387,97	
41		945		580741,3	233574,6	390,4	
41		946		582532	234592,9	286,47	

Рис.1 База данных, а- по координатам, б- по литологии

На основе геологических документов (колонок скважин, полевых журналов и т. п.) формируют базу данных параметрической (числовой) и описательной информации по каждой разведочной выработке. Исходные данные вводят в компьютер с клавиатуры заранее разработанной структурой базы данных, которая представляет собой матрицу взаимосвязанных характеристик. (Рис.1). Начинается построения вилзекса траектории и штриховок

скважин стрингами. Знакомство с инструментами триангуляции и построение каркасов по стрингам композитами (контурам рудного тела).

С построением разрезов получаем оконтуривания рудных тел. Разрезы, строим строим по разведочным линиям и по широтному разрезу (рис. 2). Завершающим этапом в программе Micromine считается построение каркасной модели, которая строится по созданным контурам рудных тел.(рис.3)

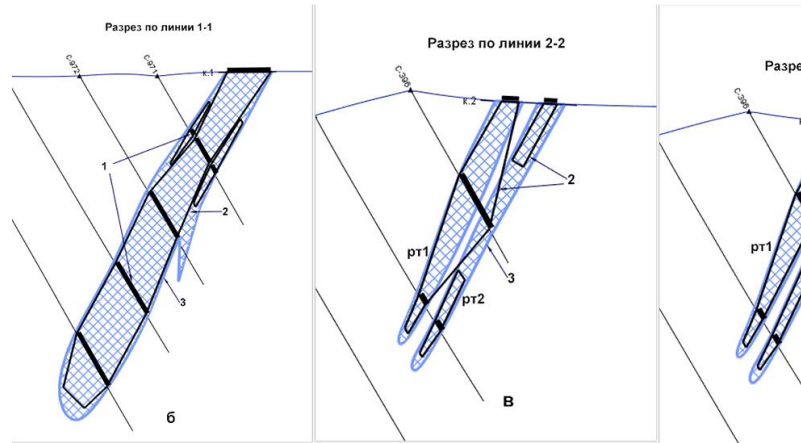


Рис.2 Разрезы

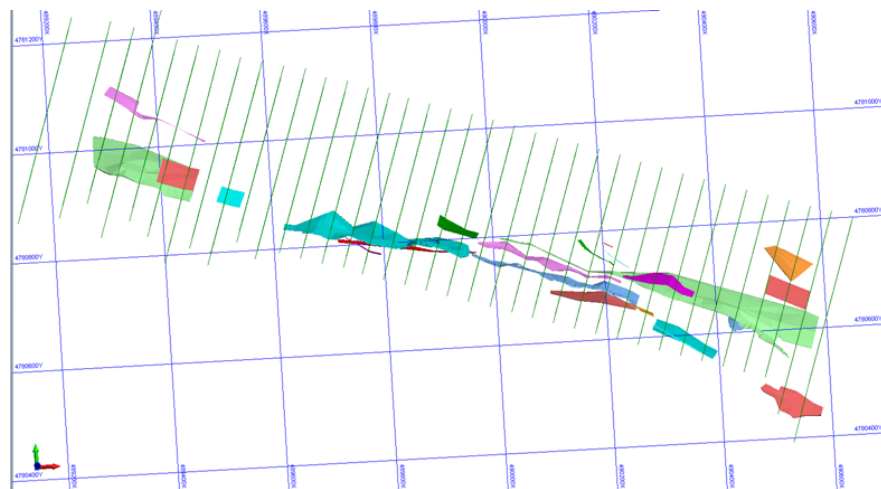


Рис.3 Каркасная модель

Каркасная модель геологического тела наиболее полно и точно (насколько это позволяет плотность разведочной сети) описывает его форму, вследствие чего достигается более высокая, чем при использовании картографической модели, достоверность оценки объемов при подсчете запасов.

Заключение. Каркасное моделирование геологического объекта позволяет анализировать геотехническое пространство базы месторождения. Также помогает оптимизировать риски и оценить запасы сырья при разработке месторождения. А также обеспечивает возможность работать в отдаленных местах на предприятиях, при минимуме технической поддержки и обучения. В данной работе построили графическую модель месторождения, включающую геологические, погоризонтные планы, разрезы, рассчитали средние содержания полезного компонента по разведочным сечениям, построили изоконцентраты на геологических разрезах, структурные карты и т.п., построили компьютерную модель месторождения, включающую создание базы данных, визуализацию данных в трехмерной компьютерной среде, построили каркасную модель.

Литература

1. Басаргин, А. А. Моделирование месторождений рудных полезных ископаемых с использованием геоинформационной системы micromine [Текст] / А.А. Басаргин // Сибирский государственный университет геосистем и технологий - Новосибирск, 2015. - 20 с.
2. Поротов, Г.С. Математические методы моделирования в геологии [Текст] / Г.С. Поротов. - 2009. – 223 с.

ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА: ДРУГ ИЛИ ВРАГ?

Строгонов Д.Е.

Научный руководитель - учитель НОУ «Акварин» МБОУ «Школа № 45» В.Е. Коноплева
МБОУ «Средняя общеобразовательная школа с углубленным изучением отдельных предметов № 32», г. Прокопьевск, Россия

Почему чаще всего используются ТЭС, а не АЭС? Ведь АЭС вырабатывает в разы больше энергии, тратя гораздо меньше «топлива», нежели ТЭС. Видно, атомные станции строят не так часто из-за огромных затрат и долгого строительства. ТЭС (тепловые электростанции) же стоят гораздо дешевле, и их строительство занимает меньше времени. Однако у ТЭС есть два огромных минуса. Первое: чтобы обеспечить маленький город теплом и электричеством, нужны тонны угля. И второе: **куча сажи и копоти**, выделяемая в процессе сжигания угля. **Ядерная энергетика** (атомная энергетика) — это отрасль энергетики, занимающаяся производством электрической и тепловой энергии путём преобразования ядерной энергии. Обычно, для получения ядерной энергии используется **ценная ядерная реакция ядер** (в основном урана-235). **Тема:** ядерная энергетика, друг или враг? **Проблема:** привлечь внимание населения к **современному уровню безопасности ядерной энергетике**. **Цель:** формирование экологической культуры населения и знаний об уровне безопасности атомной энергетике.

Задачи:

1. изучить материал по атомной энергетике и расположению атомных станций на территории РФ;
2. изучить воздействие атомной энергии на окружающую среду и её жизненные циклы;
3. создать карту каталога причин аварий на атомных станциях и преобразовать его в цифровой каталог с

QR кодами;

4. разработать лекции, практические занятия для широкого ознакомления;
5. создать социальный ролик на данную тему.

Объект и предмет исследования: атомные станции.

Методы исследования: теоретический, описательный, познавательный, воспитательный.

Ядро урана имеет шарообразную форму. После начала реакции, поглощая нейтрон, ядро возбуждается и начинает деформироваться, в результате чего ядро разрывается на две части. После эти «осколки» атома продолжают взаимодействовать, врезаюсь в другие атомы. В результате столкновений с другими атомами кинетическая энергия, которая проявляется в процессе бомбардировки атомов преобразуется в тепло. Природный уран состоит в основном из смеси двух изотопов: урана-238 и урана-235 (99,3% и 0,7% соответственно). Период полураспада урана-238 – 4,5 млрд лет, урана-235 около 700 млн лет. При этом только уран-235 годен для производства ядерного топлива. Помимо урана-235, ядерное топливо изготавливают из плутония-239. Плутоний выдаёт больше энергии, однако его труднее изготавливать, нежели из урана. Во время второй мировой войны его использовали в производстве ядерных бомб, однако позже решили использовать и как ядерное топливо для ядерных реакторов. По данным WNA (всемирная ядерная ассоциация) 2013 года, добыча урана в России составляет 3135 тонн в год (5,26 % от мировой добычи), а российские запасы урана (по данным 2015 года) составили 507800 тонн, или же 9 % мировых запасов. Самыми крупными месторождениями урана в России является: Аргунское (Забайкальский край, 93 % добычи по России. 9500 т); Жерловое (Забайкальский край, запасы урана составляют 3500 тонн). Ядерное топливо изготавливают из разных изотопов: урана-235, плутоний-239 и другие, однако гораздо реже.

Тепловыделяющий элемент (ТВЭЛ) — главный конструктивный элемент активной зоны ядерного реактора. В ТВЭЛах происходит деление тяжёлых ядер ^{235}U или ^{239}Pu , сопровождающееся выделением тепловой энергии. В большинстве современных реакторов ТВЭЛ представляет собой тонкостенную трубку из различных сплавов циркония, в которой находятся «таблетки» из соединений урана (чаще всего диоксида урана) различной степени обогащения, длиной 3 м (для ВВЭР) и около 1—3 сантиметров диаметром, снабжённую на концах заглушками. Происходят процессы: добыча урановой руды; измельчение урановой руды; отделение диоксида урана, идущего в отвал; преобразование диоксида урана в газообразный гексафторид урана; обогащение урана – процесс повышения концентрации урана-235; обратное превращение гексафторида урана в диоксид урана в виде топливных таблеток; изготовление из таблеток тепловыделяющих элементов (ТВЭЛ), которые вводятся в активную зону реактора; извлечение отработанного топлива; охлаждение отработанного топлива; захоронение отработанного топлива в специальных хранилищах. Реакторы БН представляют из как выработку энергии, так и производство топлива из ОЯТ.

Первый энергоблок с реактором на быстрых нейтронах БН-350 был запущен в СССР в 1973 году и проработал в Актау по 1999 год. В сентябре 2016 года был запущен в эксплуатацию реактор нового поколения БН-800. Вместе с запущенным в 2015 году производством МОКС-топлива (смесь оксидов урана и плутония) Россия стала лидером в переходе на замкнутый цикл использования ядерного топлива, который позволит человечеству получить практически неисчерпаемый энергоресурс за счёт вторичной переработки ядерных отходов. Отработанное ядерное топливо (ОЯТ). При работе атомной станции топливо не сгорает полностью и остаётся лишь использовать в производстве МОКС топлива (Mixed-Oxidefuel) — ядерное топливо, содержащее несколько видов оксидов делящихся материалов. В основном термин применяется для смеси оксидов плутония и природного урана, обогащённого урана или обеднённого урана. Радиоактивные отходы (РАО) — отходы, содержащие радиоактивные изотопы химических элементов и не подлежащие использованию, в отличие от отработанного топлива. Их «захоранивают» затем, чтобы потом их откопать, когда наука уйдёт вперёд настолько, чтобы нашёлся способ их переработать, или же использовать иначе в производстве чего-либо.

Плюсы и минусы атомной энергетики заключаются в следующем: «+» 1- запасы сырья превышают все другие; 2 - экологическая чистота. 3- компактность твёрдых отходов. 4- безопасность АЭС при надлежащей ТБ (техникой безопасности) и культуре работы. И «-»: 1- высочайший уровень техники безопасности. 2- сложность удаления радиоактивных отходов. -3 сложность реконструкции или удаление отслуживших энергоблоков. Ядерная энергетика остаётся предметом острых дебатов. Трудно сказать: «Нет!» ядерной энергетике, но необходимо сокращать риски (угроза тяжёлой аварии, проблема со здоровьем персонала и утилизации). Проблема территории для захоронения, и риск ядерной войны, а также облучение продуктов и стерилизации планеты. Эксплуатации устаревших реакторов и бизнес на опасных веществах. Принцип работы АЭС: выделение энергии в активной зоне, после энергия передаётся в теплоноситель первого контура. После подачи теплоносителя в парогенератор вода вскипает во втором контуре. Полученный пар поступает в турбины, вращающие генераторы. После турбин, пар поступает в конденсатор, где остужается большим количеством воды, идущей из водохранилища. Как и топливо, ядерные реакторы тоже бывают разных видов: водо-водяные, где вода используется, как охладитель и замедлитель нейтронов; графито-водные, где графит выступает, как замедлитель; графито-газовые, где графит является замедлителем, а газ – теплоноситель; тяжеловодные, где вода- теплоноситель, а замедлителем является тяжёлая вода (та же вода, но вместо водорода - Дейтерий). Главными и самими опасными последствиями выделяется радиационные осадки. Осадки бывают двух категорий: ранние(локальные), и поздние(глобальные). Локальные осадки выпадают почти сразу (за 24ч); глобальные же выпадают в течение долгого времени по всему земному шару. Самую большую опасность представляют глобальные осадки, так как они могут очень долго летать в биосфере, заражая радиацией как людей, так и животных. Более того, осадок разносит ветер, неся больший урон экосистеме в целом. Радиацию (ионизирующее излучение) используют в различных сферах: 1. в медицине (рентген, лечение рака); 2. в селекции растений; 3. криминалистике; 4. археологии. Радиация так же и опасна! При сильном облучении жертва испытывает: нарушение обмена веществ; инфекционные осложнения; раковые опухоли. В наше время безопасность выросла в разы. Атомные станции являются одним из самых безопасных мест. Ранее, из-за незнания, как устроен реактор, часто происходили поломки. На данный момент при малейшей его поломке незамедлительно прекращают деятельность реактора и незамедлительно устраняют неисправность. Реакторы настолько защищены от наружных воздействий, что способны выдержать землетрясение до 8 баллов (по шкале Рихтера). Полностью защищены от террористических атак, т. к. рядом расположены посты с охраной и пожарным составом, готовые действовать в любой момент.

Атомная энергетика, это получение электрической энергии, с использованием ядерных реакторов, на которых улавливается тепловая энергия радиоактивного распада «ядерного топлива»- обогащённого урана и некоторых других радиоактивных материалов. Основными преимуществами атомной энергетики являются высокая конечная рентабельность и отсутствие выбросов в атмосферу продуктов сгорания. Использование ядерного топлива в производстве энергии не требует кислорода. Важна стабильность в энергетике, а поскольку доказанная запасы урана не колеблются так часто, как нефть, газ и уголь, то ядерная энергетика остаётся достаточно-стабильным вариантов энергетике.

Литература

1. Большая российская энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://bigenc.ru/technology_and_technique/text/3444864;
2. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Ядерное_топливо
3. Теровская Т.С. Оценка геоэкологической нагрузки на подземную гидросферу добычи урана методом подземного выщелачивания [Текст] / Т.С. Теровская, А.Д. Истомина, А.Г. Кеслер.// статья с.753, Труды XIII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященного 110-летию со дня рождения профессора, Лауреата Государственной премии СССР К.В. Радугина. – Изд-во.ТПУ. - 2009. С. 753-755.

СОДЕРЖАНИЕ	
Предисловие	4
Секция 1. ПАЛЕОНТОЛОГИЯ, СТРАТИГРАФИЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ	
Валецкая В.Д. УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПАЛЕЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ЮГО-ВОСТОКЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)	12
Десяткин В. Д. МОРФОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПАЛЕОПАСЦИХИД ИЗ ВЕРХНЕГО ВЕНДА УРАЛА	13
Евсеев М.В. ВЫМЕРШАЯ ПАЛЕЗОЙСКАЯ БЕСПОЗВОНОЧНАЯ ФАУНА ОКРЕСТНОСТЕЙ Г. ПРОКОПЬЕВСКА	15
Зеремская С.А., Ярославцев Д.А. ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЮРСКИХ АРАУКАРИЕВЫХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	17
Карасартова А.Н. ОСОБЕННОСТИ ТЕКТОНИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ СПАССКОЙ ЗОНЫ СМЯТИЯ	18
Лось Я.В. ИСКОПАЕМЫЕ ХРЯЩЕВЫЕ РЫБЫ ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮЖНОГО УРАЛА И ИХ ПАЛЕОБИОГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ	20
Мирзабаев Д.А. КОРАЛЛОВЫЕ ПОЛИПЫ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ВОСТОЧНОГО СКЛОНА УРАЛА	21
Назарова А.А. РЕКОНСТРУКЦИЯ ФАЦИАЛЬНЫХ И ЛИТОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ СРЕДНЕЮРСКО-НИЖНЕМЕЛОВЫХ ГАЗОНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ГАЗОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ «С» (ЯНАО)	22
Павлова М.Р. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ПАЛИНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДЬОЛКУМИНСКОЙ СВИТЫ В РАЗРЕЗЕ ВТОРОЙ НАДПОЙМЕННОЙ ТЕРРАСЫ Р. СУОЛА (ЦЕНТРАЛЬНАЯ ЯКУТИЯ)	24
Римский А.А., Рудько С.В., Колесников А.В. ПЕРВЫЕ НАХОДКИ ЭДИАКАРСКИХ ОРГАНИЗМОВ В ВЕРХНЕМ ВЕНДЕ НА ЮГЕ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ	25
Рыбалко Р.Т. ДИМОРФИЗМ ФОРАМИНИФЕР QUINQUELOCULINA EOSELENE ИЗ ТАВДИНСКОЙ СВИТЫ	27
Семиряков А.С., Бестемьянова К.В., Гринёв Р.О. НОВЫЕ ДАННЫЕ U-Pb ДАТИРОВАНИЯ ЦИРКОНОВ ЗЕЛЕННЫХ СЛАНЦЕВ ЗМЕИНОГОРСКОГО РУДНОГО РАЙОНА (РУДНЫЙ АЛТАЙ)	28
Скрипников М.С. КОМПЛЕКСЫ АРХЕОЦИАТ БОТОМСКОГО ЯРУСА ОЛДЫНДИНСКОЙ СВИТЫ (ЗАПАДНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)	30
Сысоева А.О. ШИРОКОВСКИЙ ЛАГЕРШТЕТТ В ВЕРХНЕМ ВЕНДЕ СРЕДНЕГО УРАЛА	32
Терешин А.А. ФОРАМИНИФЕРЫ НИЖНЕГО КАРБОНА ВОСТОЧНОГО СКЛОНА СРЕДНЕГО УРАЛА	34
Трибунский Е.А. ПРИМЕНЕНИЕ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКОГО РАСЧЛЕНЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ПЛАСТОВ АНАБАР-ХАТАНГСКОЙ СЕДЛОВИНЫ	35
Трубин Я.С. КОМПЛЕКС ФОРАМИНИФЕР СОКОЛОВСКОЙ ТОЛЩИ (ТАНЕТСКИЙ ЯРУС, ЮЖНОЕ ЗАУРАЛЬЕ)	36
Секция 2. МИНЕРАЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ И ПЕТРОГРАФИЯ	
Новоселов К.Л. К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АЛЕКСАНДРА ИВАНОВИЧА БАЖЕНОВА	39
Адылбаев Р.Р. ПЕТРОГРАФИЯ И МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВУЛКАНИТОВ ТРАХИПИКРОБАЗАЛЬТ-ТРАХИТОВОЙ СЕРИИ САРАЛИНСКОГО ГРАБЕН-РИФТА (КУЗНЕЦКИЙ АЛАТАУ)	42
Антонченко В.В. МОРФОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ОЛОВСОДЕРЖАЩИХ МИНЕРАЛОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ГОЛУБОЕ»	44
Астафьев С.В. МИНЕРАГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНЫХ РАЗНОВИДНОСТЕЙ СУЛЬФИДНЫХ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ РУД ТАЛНАХСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ, РОССИЯ)	46
Гатауллин Р.А. АКЦЕССОРНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ СЕВЕРНОГО КРАКА (ЮЖНЫЙ УРАЛ)	48
Гусарова В.В., Федосеев Д.Г. СУЛЬФОСОЛИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КОНДЁР	50
Дегтярёв Д.Е., Афонин И.В. ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД САКУНСКОГО ЩЕЛОЧНОГО МАССИВА (ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)	52
Дмитриенко А.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРМ СВЯЗЕЙ КРЕМНИЯ В УГЛЕФИЦИРОВАННЫХ ВЕЩЕСТВАХ С ПОМОЩЬЮ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ	54
Досжанов С.И., Афонин И.В. ПЕТРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД САКУНСКОГО ПЛУТОНА (ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ) ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ ТЕЛЬБЕССКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	56
Евсеев М.В. ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ ТЕЛЬБЕССКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	58
Калинина Н.А. РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ И ГЕНЕЗИС АКЦЕССОРНОГО ПРИОРИТА В ЛЕЙКОГРАНИТАХ АЛЕЙСКО-ЗМЕИНОГОРСКОГО КОМПЛЕКСА (СЕВЕРО-ЗАПАДНАЯ ЧАСТЬ РУДНОГО АЛТАЯ)	60
Ковылина В.С. ПЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОРОД РАССЛОЕННОГО МАФИТ-УЛЬТРАМАФИТОВОГО КАРАШАТСКОГО МАССИВА (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ ТЫВА)	62

Кондрашова Е.С. Природа люминесценции вулканогенных прослоев в отложениях баженовской свиты Западно-Сибирского осадочного бассейна	64
Левочская Д.В., Лесняк Д.В., Якич Т.Ю. ОСОБЕННОСТИ ХИМИЗМА БЛЕКЛЫХ РУД УЧАСТКА ЭМИ СВЕТЛИНСКОГО ЭПИТЕРМАЛЬНОГО РУДНОГО ПОЛЯ (ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ)	66
Николаева А.Н., Байболова Ш. ЗОЛОТАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ В РУДАХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АБЫЗ (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАЗАХСТАН)	68
Никуленин Н.С. ПЕТРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГРАНИТОИДОВ ДУНГУРХИНСКОГО МАССИВА (ЗАПАДНАЯ МОНГОЛИЯ)	70
Первухина С.Е. ПЕТРОГРАФИЯ ПОРОД ЯМТУЛЬСКОГО ГРАНОДИОРИТОВОГО МАССИВА (ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ)	72
Пешков А.А. ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЛЬТРАМАФИТОВ АГАРДАГСКОГО МАССИВА (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ ТЫВА)	74
Попов Н.Ю., Чекрыжов И.Ю., Тарасенко И.А. РЕДКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ В УГЛЯХ РАКОВСКОЙ ВПАДИНЫ	76
Рубан А.С. УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ МГ-КАЛЬЦИТА В ДОННЫХ ОСАДКАХ СИПОВЫХ ОБЛАСТЕЙ НА ШЕЛЬФЕ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ	78
Смирнов П.В. ХЕМОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ РАННЕПАЛЕОГЕНОВЫХ ГЛИНИСТЫХ ОТЛОЖЕНИЯ ЗАУРАЛЬЯ	80
Солдатова Е.А., Торопов А.С. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ И ПОЧВ ЗАБОЛОЧЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ РАЙОНА ОЗЕРА ПОЯНХУ (КИТАЙ)	81
Хрущева М.О. ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЯ В ОСАДКАХ ОЗЕРА ТАЛОЕ (РЕСПУБЛИКА ХАКАСИЯ)	84

Секция 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ

Ворошилов В.Г. ИССЛЕДОВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В ТОМСКОМ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ	86
Доценко Н.Е., Рудмин М.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ ЖЕЛЕЗНЯКОВ ЧУЛЬМО-ЕНИСЕЙСКОЙ ВПАДИНЫ	90
Емлс А.С. МОРФОЛОГИЯ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ТЕЛ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ ЖУАНТОБЕ (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАЗАХСТАН)	91
Емлс А-Е.Е. ФАКТОРЫ ЛОКАЛИЗАЦИИ ОРУДЕНЕНИЯ И КАЧЕСТВА РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ БАПЫ (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАЗАХСТАН)	93
Калинина Н.А., Рудмин М.А. ФАЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ НАКОПЛЕНИЯ ООИДОВЫХ ЖЕЛЕЗНЯКОВ ЛИСАКОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТУРГАЙСКИЙ ПРОГИБ, СЕВЕРНЫЙ КАЗАХСТАН)	95
Коршунов Д.М., Хвостиков А.В. ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЙ РУДНЫХ МИНЕРАЛОВ В МЕСТОРОЖДЕНИЯХ С ПОМОЩЬЮ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО АЛГОРИТМА АНАЛИЗА МИКРОФОТОГРАФИЙ АНШЛИФОВ	97
Левочская Д.В., Лесняк Д.В., Якич Т.Ю. ТЕЛЛУРИДНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ЭПИТЕРМАЛЬНОГО ЗОЛОТОРУДНОГО ПОЛЯ СВЕТЛОЕ (ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ)	98
Лесняк Д.В., Левочская Д.В., Ананьев Ю.С. СТРУКТУРНЫЕ КРИТЕРИИ И ПРИЗНАКИ ЭПИТЕРМАЛЬНОГО ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ КИСЛОТНО-СУЛЬФАТНОГО ТИПА СРЕДНЕУЛЬИНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ	100
Лесняк Д.В., Левочская Д.В., Гаврилов Р.Ю. ГЕОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ И ПРИЗНАКИ ЭПИТЕРМАЛЬНОГО ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ КИСЛОТНО-СУЛЬФАТНОГО ТИПА СРЕДНЕУЛЬИНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА НА ОСНОВЕ ПЛОЩАДНЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ	101
Максимов П.Н. БЕРЕЗИТЫ РУДОПРОЯВЛЕНИЯ ШТОКОВОЕ (МАГАДАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)	102
Одинцова Е.А., Гусев А.И. ТИПЫ ЭПИТЕРМАЛЬНОГО ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОГО ОРУДЕНЕНИЯ КОРГОНСКОГО ПРОГИБА АЛТАЯ	104
Тихомиров Д.В., Елисева О.А., Раткин В.В. СТРУКТУРНО-ПЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РУДНО-МАГМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НИКОЛАЕВСКОГО СКАРНОВО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ДАЛЬНЕГОРСКИЙ РУДНЫЙ РАЙОН, СИХОТЭ-АЛИНЬ)	105
Юркова М.В. ВЛИЯНИЕ ПРОПИЛИТ-БЕРЕЗИТОВЫХ ИЗМЕНЕНИЙ НА МАГНИТНУЮ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ ПОРОД СОХАТИНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (РЕСПУБЛИКА САХА (ЯКУТИЯ))	107

Секция 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ НЕФТИ И ГАЗА.

Бабинова Д.И. МЕТОДЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ПЛАСТА АС ₁₂ ПРИОБСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ХМАО)	110
Балгымбекова А.Ж. ИХНОФАЦИЯ GLOSSIFUNGITES В ФАЦИАЛЬНОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ИЗУЧЕНИЯ КЕРНА ЮРСКИХ ПОРОД МАНГЫШЛАКА	111
Балло М.Б. ХАРАКТЕРИСТИКА МАТЕРИНСКИХ ПОРОД, КОЛЛЕКТОРОВ И ФЛЮИДОУПОРОВ ОСАДОЧНОГО БАСЕЙНА ТАУДЕНИ (ЗАПАДНАЯ АФРИКА)	112
Бекмагамбетова А.К. КОЛЛЕКТОРСКИЕ СВОЙСТВА ПОРОД НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АЛАТЮБЕ	114
Боталов А.Н. ФОРМИРОВАНИЕ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ МАЙНИЦКОГО ПРОГИБА АНАДЫРСКОГО БАСЕЙНА НА ОСНОВЕ 1D МОДЕЛИРОВАНИЯ	115

Бояров В.Ю., Торсунова Д.В. ВЫЯВЛЕНИЕ ГЕОЛОГО-ФИЗИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ УСПЕШНОГО ПРОВЕДЕНИЯ КИСЛОТНОГО ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА.....	117
Васильев А.В., Ющенко С.С. К ВОПРОСУ О МОДЕЛИРОВАНИИ ДВОЙНОЙ ПОРИСТОСТИ В ТРЕЩИНОВАТЫХ КОЛЛЕКТОРАХ.....	118
Горелова Е.И. ПРОГНОЗ РЕЗЕРВУАРОВ В МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОДАХ ДОЮРСКОГО ВОЗРАСТА НА ПРИМЕРЕ АЛЕКСАНДРОВСКОГО МЕГАВАЛА (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)	121
Дудяк Р.А. ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ БИТУМИНОЗНЫХ ПЕСЧАНИКОВ ВОЛГО-УРАЛЬСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ	123
Жеребцова И.В. ГЕОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ НЕФТИ И ГАЗА И ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ СИБИРИ (КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ).....	125
Капустина Ю.С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ОБНАЖЕНИЙ ГОРНЫХ ПОРОД КАК АНАЛОГОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПРИ РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	127
Карнаушенко Л.Д. АНАЛИЗ ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫХ СВОЙСТВ БОБРИКОВСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ТРИФОНОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	129
Клеванцева Е.В., Гершелис Е.В., Гринько А.А., Рубан А.С. ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА И ИСТОЧНИКА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ДОННЫХ ОСАДКОВ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ШЕЛЬФА МОРЯ ЛАПТЕВЫХ	131
Козырев Н.Д., Кочнев А.А. АНАЛИЗ НЕОДНОРОДНОСТИ И МАСШТАБНОГО ЭФФЕКТА КОЛЛЕКТОРСКИХ СВОЙСТВ НА ПРИМЕРЕ ВОСТОЧНО-ЛАМБЕЙШОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	132
Котухов П.Д. ВЫДЕЛЕНИЕ ЗОН РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ И СТРУКТУРНЫХ ЛОВУШЕК УВ В ТЕРРИГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВЕНДА НА ЮЖНОМ СКЛОНЕ БАЙКИТСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ	134
Крысин Н.Н., Сологубова М.В. ОЦЕНКА РЕСУРСОВ УГЛЕВОДОРОДОВ ПОДГОТОВЛЕННОЙ СТРУКТУРЫ МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО	137
Кузнецова Д.С. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И ГЕНЕЗИС ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА НЕФТИ N	139
Купцов И.Е. ПРИМЕНЕНИЕ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ НЕФТЕНОСНЫХ РАЙОНОВ	141
Ле Тхи Хонг Ш. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ, ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И КОЛЛЕКТОРСКИЕ СВОЙСТВА ПЛАСТА Ю11 КАТЫЛЬГИНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)	143
Липихина Е.Ю. ТИПИЗАЦИЯ ГОРНЫХ ПОРОД ПАЛЕЗОЙСКОГО КОМПЛЕКСА КАК ОДИН ИЗ ВАЖНЫХ ЭТАПОВ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ КАЛИНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ).....	144
Лобес Д.С. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ НЕАНТИКЛИНАЛЬНЫХ ЛОВУШЕК НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ГРУШЕВОМ НЕФТЯНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ).....	146
Мударисова Р.А. ХАРАКТЕРИСТИКА НИЖНЕКАЗАНСКИХ НЕФТЕНОСНЫХ ДОЛОМИТОВ ВОСТОЧНОГО БОРТА МЕЛЕКЕССКОЙ ВПАДИНЫ ПО ПЕТРОФИЗИЧЕСКИМ И ГЕОХИМИЧЕСКИМ ДАННЫМ.....	148
Музба П., Недоливко Н.М. УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПЕСЧАНЫХ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ ПРОДУКТИВНОГО ПЛАСТА ТП ₂₂ МЕСТОРОЖДЕНИЯ N (ЯНО).....	151
Набокин И.Р. ЗА ГРАНЬЮ ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА. ЭФФЕКТИВНЫЙ ПОДХОД К ВОВЛЕЧЕНИЮ ЗАПАСОВ ФУНДАМЕНТА В РАЗРАБОТКУ.....	153
Новак М.В., Шакиров Е.М. ПРИМЕНЕНИЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ АТТРИБУТОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ТРЕЩИНОВАТОСТИ ПАЛЕЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НЮРОЛЬСКОЙ ВПАДИНЫ	155
Новак М.В., Шакиров Е.М. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ СТРУКТУРНОЙ ГЕОЛОГИИ ДЛЯ ПРОСЛЕЖИВАНИЯ ТЕКТОНИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ 3D-СЕЙСМИКИ	157
Нойкин М.В. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕФТЕМАТЕРИНСКИХ СЛАНЦЕВЫХ ПОРОД (ДОМАНИКИТОВ И БАЖЕНИТОВ)	159
Обласов Н.В., Гончаров И.В., Эфгор И.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ НАФТАЛИНОВ В КАЧЕСТВЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ЗРЕЛОСТИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА НА ПРИМЕРЕ ЭКСТРАКТОВ ПОРОД БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ И НЕФТЕЙ КРАСНОЛЕНИНСКОГО СВОДА.....	161
Панин В.Р. ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ НА ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫЕ СВОЙСТВА КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ НЕФТЕГАЗОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТЕНГИЗ	163
Пидзамкив Е.В., Залялетдинова М.А., Кротов А.А. УЧЕТ РАЗЛИЧНЫХ ЛИТОТИПОВ (ФАЦИЙ) ПРИ ГЕОЛОГИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ. ВЕРОЯТНОСТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФАЦИЙ В МЕЖСКВАЖНОМ ПРОСТРАНСТВЕ.....	165
Полтавская Н.А., Гершелис Е.В., Гринько А.А. ГЕОХИМИЯ ДОННЫХ ОСАДКОВ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ШЕЛЬФА МОРЯ ЛАПТЕВЫХ: ДАННЫЕ ПО МЕТОДУ ROCK-EVAL И МОЛЕКУЛЯРНЫЙ СОСТАВ.....	166
Райле К.Н., Сафроненко А.В. КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ АТТРИБУТОВ С ЦЕЛЬЮ ОБНАРУЖЕНИЯ И УТОЧНЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ РАЗЛОМОВ В ПАЛЕЗОЕ.....	168
Ракитина В.А., Недоливко Н.М. ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И СТРОЕНИЕ ПЛАСТА ХМ ₂ ЯРОНГСКОЙ СВИТЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ М (ЯНО).....	169
Собослаи М.Г. АНАЛИЗ ГЕОЛОГО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЛАСТА, ВЛИЯЮЩИХ НА ПОЛИМЕРНОЕ ЗАВОДНЕНИЕ.....	171

Сафроненко А.В., Райле К.Н. АНАЛИЗ СЕЙСМИЧЕСКИХ АТРИБУТОВ ДЛЯ УТОЧНЕНИЯ ЛИТОЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ ДОЮРСКОГО КОМПЛЕКСА ОТЛОЖЕНИЙ.....	173
Сметкина М.А. АНАЛИЗ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА НА ТЕРРИТОРИИ БЕРЕЗНИКОВСКОГО ПАЛЕОПЛАТО.....	175
Староселец Д.А. ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЯ И РАЗВИТИЕ ПОРОВОГО ПРОСТРАНСТВА В ОТЛОЖЕНИЯХ ПРИЛИВНО-ОТЛИВНОЙ РАВНИНЫ НА ЮГО-ВОСТОКЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.....	177
Старцев И.Д. ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕРХНЕДЕВОНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЧАГИНСКОЙ СВИТЫ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ НЮРОЛЬСКОЙ МЕГАВПАДИНЫ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)	178
Сухих А.О., Афонин И.В. ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ОТЛОЖЕНИЙ ТАНОПЧИНСКОЙ СВИТЫ В ПРЕДЕЛАХ СЕВЕРО-ТАМБЕЙСКОЙ ПЛОЩАДИ.....	180
Хагай Д.Э. ОЦЕНКА ИНФОРМАТИВНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПЛАСТА НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ОБЪЕКТАХ ПО КРИВЫМ СТАБИЛИЗАЦИИ ДАВЛЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН.....	182
Хуснуллин Т.Р. ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СУРГУТСКОГО СВОДА НА ПРИМЕРЕ КОЧЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	184
Чепурная Я.Г. АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ОБРАЗОВАНИЯ ТЕРРИГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПО ДАННЫМ ГРАНУЛОМЕТРИИ	186
Чурочкин И.И. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ПАЛЕОЗОЙСКИХ ПРИРОДНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ НЮРОЛЬСКОЙ ВПАДИНЫ	188
Щепелин Д.А. ИЗУЧЕНИЕ КАПИЛЛЯРНЫХ ЯВЛЕНИЙ И ИХ РОЛЬ В РАСПРЕДЕЛЕНИИ НЕФТИ И ГАЗА В ПОРОДАХ-КОЛЛЕКТОРАХ	190

Секция 5. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ НЕФТИ И ГАЗА.

Алеева А.О. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЮРСКИХ РАЗРЕЗОВ НИЖНЕТАБАГАНСКОГО И ПЕЛЬГИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЙ (В СВЯЗИ С ПРОГНОЗИРОВАНИЕМ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ПАЛЕОЗОЯ).....	192
Бессмертная А.В. ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ РАЙОНА УСТЬ-ЛЕНСКОГО ПОЛИРИФТА. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ	194
Большакова Н.В., Федорова К.С. ЗОНАЛЬНО-БЛОКОВАЯ МОДЕЛЬ СТРОЕНИЯ ОХОТОМОРСКОГО РЕГИОНА ПО ДАННЫМ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ПОЛЕЙ	196
Галиева М.Ф. ПАЛЕОТЕМПЕРАТУРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФАНОРОЗОЙСКИХ ОЧАГОВ ГЕНЕРАЦИИ УГЛЕВОДОРОДОВ ГЕРАСИМОВСКОГО НЕФТЕКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)	198
Еркимбек Е.А., Зимановская Н.А., Фролова О.В. ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ (ВОСТОЧНЫЙ КАЗАХСТАН)	200
Каримова Э.И. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЛАСТОВ-КОЛЛЕКТОРОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ НОРВЕГИЯ –Х01	202
Ким В.В., Полянский В.А. ПОДГОТОВКА ДАННЫХ МИКРОСКАНЕРОВ И ФОТО КЕРНА ДЛЯ СОВМЕСТНОГО АНАЛИЗА И УВЯЗКИ	204
Крутенко Д.С. ЭКСКЛЮЗИВНАЯ КАРТА МЕЗОЗОЙСКО-КАЙНОЗОЙСКОГО ТЕПЛОГО ПОТОКА ЗАПАДНЫХ РАЙОНОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ НА ФОНЕ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ КАРТЫ ФУНДАМЕНТА ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ В.С. СУРКОВА	206
Ленин М.С., Колодяжный А.Б., Федотченко Ф.С. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН	208
Марсанова М.Р. РЕАЛЬНОСТЬ ПОЗДНЕРИФЕЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ЦИКЛОСЕДИМЕНТОГРАММ ПО РАЗРЕЗАМ СКВАЖИН В НЕПСКО-ПЕЛЕДУЙСКОМ СВОДЕ НБА	210
Меренкова А.С. ТЕПЛОТОВАЯ ПОТОК СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ (ПО ДАННЫМ ГЕОТЕРМИИ).....	211
Никитин И.А. ОБОСНОВАНИЕ И ПРЕДПОСЫЛКИ ВЫДЕЛЕНИЯ НИЗКООМНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОИСКА ПРОАУЩЕННЫХ ЗАЛЕЖЕЙ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ СУРГУТСКОГО СВОДА (ХМАО).....	213
Орешкова М.Ю., Алберт Николас Фернандес Мамани ИДЕНТИФИКАЦИЯ РИФОВЫХ ПОСТРОЕК ТИМАНО-ПЕЧОРСКОЙ НГП ПО РЕЗУЛЬТАТАМ КОМПЛЕКСНОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ МЕТОДА МАГНИТОТЕЛЛУРИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И СЕЙСМОРАЗВЕДКИ	215
Переpletкин И.А. СОВМЕСТНОЕ ВНЕДРЕНИЕ ЗОНДИРОВАНИЯ СТАНОВЛЕНИЕМ ПОЛЯ В БЛИЖНЕЙ ЗОНЕ И СВЕРХШИРОКОПОЛОСНОЙ ГЕОРАДАРНОЙ СЪЕМКИ С ЦЕЛЬЮ УТОЧНЕНИЯ СТРОЕНИЯ ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ РАЗРЕЗА	217
Петросян Р.Н., Обернебесов Д.С., Гинзбург Е. А. ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОРАДИОЛОКАЦИИ ПРИ ПОИСКАХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РОССЫПНОГО ЗОЛОТА	218
Сальников М.А. АТРИБУТА ANP-TRACKING НА ОСНОВЕ СРАВНЕНИЯ С РУЧНОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИЕЙ И С ДАННЫМИ ПЛАСТОВОГО МИКРОСКАНЕРА	221

Серов В.В. МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ (ПОИСКОВ) ЛОВУШЕК УГЛЕВОДОРОДОВ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ И ОЦЕНКИ ИХ ПРОДУКТИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК В ПРЕДЕЛАХ БАЙКИТСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ.....	223
Шелковникова Ю.С. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЛОКАЛИЗАЦИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ БАРЕНЦЕВО-КАРСКОГО РЕГИОНА.....	225
Яблоков А.В. ВЛИЯНИЕ ДЛИНЫ ЛИНИИ НАБЛЮДЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ОБРАБОТКЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ УРСКОГО ХВОСТОХРАНИЛИЩА МЕТОДОМ МНОГОКАНАЛЬНОГО АНАЛИЗА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН.....	228
Яварова Т.М. ВОЛНОВЫЕ ПОЛЯ ГЛУБИННЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ ЗОНДИРОВАНИЙ НА АКВАТОРИЯХ: НАТУРНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ.....	230

Секция 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ.

Анюхина А.В. ИЗМЕНЕНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГЛИН ПРИ ТЕХНОГЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ	233
Вашенко Е.В., Зубрицкий П.А. ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД, ИСПОЛЬЗУЮЩИХСЯ ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ С. ВАНАВАРА (КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ)	235
Владимирова О.Н. ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИРОДНЫХ ВОД ТЕРРИТОРИИ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ТОМЬ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)	236
Воробьёва Д.А. ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ МЕДНО-НИКЕЛЕВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА КОЛЬСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ	238
Ворожейкина Е.А. ВЛИЯНИЕ МЕТАНОВЫХ ВЫБРОСОВ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПРИДОННОЙ ВОДЫ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ	241
Дребот В.В. МИКРОАССОЦИАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ ЮГО-ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЯ ПО ДАННЫМ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА.....	242
Ерзова В.А. СОДЕРЖАНИЕ ПРИРОДНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ (РАЙОН Г. СОСНОВЫЙ БОР ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)	244
Еранов Е.А. ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ РАЙОНОВ ЮЖНОГО ПРЕДУРАЛЬЯ	245
Иванова И.С., Ворона А.А., Колубаева Ю.В. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ РЕЧНЫХ ВОД СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	248
Казакова К.И. ОЦЕНКА ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ.....	249
Казанцева А.С. ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД СОЛИКАМСКОЙ ВПАДИНЫ	251
Колотыгин Г.С. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ТЕХНИЧЕСКИХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЯСНОПОЛЯНСКОГО УЧАСТКА	253
Красиков А.В. ТРЕЩИНОВАТОСТЬ КАК ФАКТОР, ВЛИЯЮЩИЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ГРОТОВ И ГАЛЕРЕЙ КУНГУРСКОЙ ЛЕДЯНОЙ ПЕЩЕРЫ.....	255
Леонова А.М. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НИВЕНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНО-МАГНИЕВЫХ СОЛЕЙ	257
Нестеров Д.С. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ РАЗЛИЧНОГО МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА В ХОДЕ ИХ ЭЛЕКТРООСМОТИЧЕСКОГО ОСУШЕНИЯ	258
Никитюк Н.В., Ноянова Ю.И. СОСТАВЛЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА СКВАЖИНЫ БЕЗ ОТБОРА КЕРНА (ПО ШЛАВОМОМУ ОПРОБОВАНИЮ).....	260
Павлов А.А. ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ТЕРМАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ СЕВЕРНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ОХОТСКОГО МОРЯ	262
Порфирьева А.Н. ОЦЕНКА ПОГЛОЩАЮЩИХ ГОРИЗОНТОВ ПАЛЕОЗОЙСКОГО РАЗРЕЗА ЮГА СОЛИКАМСКОЙ ДЕПРЕССИИ ДЛЯ ЗАКАЧКИ ИЗБЫТОЧНЫХ РАССОЛОВ.....	264
Пургина Д. В., Моисеева Ю. А. ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА БЕЛОКУРИХИНСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ МИНИРАЛЬНЫХ ЛЕЧЕБНЫХ ВОД.....	265
Сафанович Я.С. ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЬМАТАЦИИ ПЕСЧАНЫХ ГРУНТОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ТЕХНОГЕНЕЗА	268
Селезнёв Р.А., Аузина Л.И., Бадминов П.С. ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА МЕТОДИКУ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТНО-ФИЛЬТРАЦИОННЫХ РАБОТ ЗАЗИНСКОЕ МПВ.....	269
Сотникова Е.Е., Щербак Н.Г. ХАРАКТЕРИСТИКА ОПОЛЗНЕВОГО СКЛОНА ЛАГЕРНОГО САДА (г. ТОМСК)...	271
Торопов А.С. МИГРАЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВОДАХ РЕКИ УЛЛУ-МУРУДЖУ (КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕСИЯ).....	273
Тургунбаев Б.У. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И КАЧЕСТВО ВОД РОДНИКОВ Г. ТОМСКА	275
Филимонов А.А. ИЗУЧЕННОСТЬ ВЛИЯНИЯ ЦИКЛИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ СОСТОЯНИЯ СЕЗОННОМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ В СОЧЕТАНИИ С ОТТАИВАНИЕМ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ НА ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ	277
Цагурия Г.М. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МОДИФИКАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ГРУНТА ДОБАВЛЕНИЕМ СТИМУЛЯТОРОВ МИКРОБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	279
Чжоу Д. ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ВЛИЯНИЯ НА ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ В ВОДОСБОРЕ РЕКИ ГАНЬЦЯН (КНР, ПРОВИНЦИЯ ЦЗЯНСИ)	279
Шеховцова А.В. АНАЛИЗ ЗАЩИЩЕННОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА СЕВЕРЕ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА.....	281

Шеходанов В.О. ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В СОСТАВЕ ПОИСКОВО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА ПЕЧИЩЕНСКОЙ ПЛОЩАДИ	283
Ян Хэн О ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ ДИФФУЗИОННОГО ПЕРЕНОСА ВЕЩЕСТВ В ТОРФЯНОМ БОЛОТЕ.....	285

Секция 7. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, КАДАСТР И МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ.

Козина М.В. ЦИФРОВОЕ БУДУЩЕЕ В СФЕРЕ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ.....	287
Аврунев Е.И., Коваленко М.И., Корбе В.Ю. ПРОЕКТ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ДЕФОРМАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА	288
Антонов А.А., Зазулин В.А., Иваненко П.Е. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ХАРАКТЕРНЫХ ТОЧЕК ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ	290
Бакулина А.А., Аврунев Е.И. ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ДЕФОРМАЦИОННОГО ПАСПОРТА ОБЪЕКТА НЕДВИЖИМОСТИ	291
Бахметов Д.Ю., Файт А.В. АНАЛИЗ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ СООРУЖЕНИЙ СРЕДСТВ СВЯЗИ В УРАЛЬСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ	293
Билей С.Д. ПРОБЛЕМА СБОРА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ПРИ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКЕ НЕДВИЖИМОГО ИМУЩЕСТВА	295
Бирулина А.Г. САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫЕ ЗОНЫ КАК ОДИН ИЗ ОБЪЕКТОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ В ЕДИНОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ РЕЕСТРЕ НЕДВИЖИМОСТИ	297
Волобоева А.С. ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕРРИТОРИЙ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА В ЖИЛЫХ МИКРОРАЙОНАХ Г.ТОМСКА.....	299
Гатина Н.В. ПРОБЛЕМЫ ВЫПОЛНЕНИЯ КАДАСТРОВЫХ РАБОТ В ОТНОШЕНИИ ЛИНЕЙНЫХ СООРУЖЕНИЙ (ИНЖЕНЕРНЫХ КОММУНИКАЦИЙ)	301
Городилов А.И. ВЛИЯНИЕ РОДНИКОВ И ИХ ТЕРРИТОРИЙ НА ГРАДОСТРОИТЕЛЬНУЮ И ХОЗЯЙСТВЕННУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	302
Жангали А.М. ПРОБЛЕМЫ ПРАВОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ В СОСТАВЕ ЗЕМЕЛЬ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА	304
Каташова А.Е. МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ, ЗАНЯТЫХ ОБЪЕКТАМИ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДСТВА И ПТИЦЕВОДСТВА.....	305
Кобызев Н.С. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА	307
Латин О.В. ВОПРОСЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ПЛАНИРУЕМЫХ К СТРОИТЕЛЬСТВУ ОБЪЕКТОВ РАЗМЕЩЕНИЯ ОТХОДОВ В СХЕМАХ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ (СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ)	309
Ляпунова А.П. ПРОБЛЕМЫ ПРОЦЕДУРЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ ПРАВ НА ЗЕМЕЛЬНЫЕ УЧАСТКИ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЕ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА	311
Медвецкая А.В. УСТАНОВЛЕНИЕ РЫБООХРАННОЙ ЗОНЫ ОЗЕРА МИРНОЕ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ СВЕДЕНИЙ В ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕЕСТР НЕДВИЖИМОСТИ.....	314
Носова М.В., Середина В.П. КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ (НА ПРИМЕРЕ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВ)	316
Омаров Р.С. МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗОН ГОРОДА САРАТОВА.....	318
Пальцева Д.Е. АНАЛИЗ ДОКУМЕНТОВ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ МО «ЗОРКАЛЬЦЕВСКОЕ СЕЛЬСКОЕ ПОСЕЛЕНИЕ».....	320
Ракова С.А., Раков Д.Н. ОСОБЕННОСТИ КООРДИНИРОВАНИЯ ОПОР ЛЭП С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕРИАЛОВ ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ПОМОЩИ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ	321
Сарайкина Е.А. ИНФОРМАЦИОННОЕ МЕЖВЕДОМСТВЕННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЗЕМЕЛЬ ЛЕСНОГО ФОНДА	323
Селиванкин Н.В. ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ РАДИОНУКЛИДАМИ НА ПРИМЕРЕ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ	325
Сироткина К.А. ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДСКОГО ОКРУГА ГОРОД ТЮМЕНЬ	326
Стегниенко, Е.С., Иваненко П.Е., Антонов А.А. АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В ЧАСТИ УСТАНОВЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ЗОН В РФ.....	328
Тищенко В.И. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ТЕРРИТОРИЙ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ДЛЯ РАЗВИТИЯ Г. ЕКАТЕРИНБУРГ	330
Чалдаева К.И. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО КАДАСТРОВОГО УЧЕТА ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ НА ТЕРРИТОРИИ САДОВОДЧЕСКИХ НЕКОММЕРЧЕСКИХ ТОВАРИЩЕСТВ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЙ.....	332
Чурилова Ю.А. МЕТОДИКА ПОСТАНОВКИ НА КАДАСТРОВЫЙ УЧЕТ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ С ПОМОЩЬЮ 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	334

Секция 8. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.

Акимова С.С. ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЙ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ В ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ.....	337
Ахметшин М.Р., Няшина Г.С. АНТРОПОГЕННЫЕ ГАЗОВЫЕ ВЫБРОСЫ ПРИ СЖИГАНИИ ОТХОДОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ В СОСТАВЕ СУСПЕНЗИОННЫХ ТОПЛИВ	339

Барановская А.Ю., Шуварикова В.Ю. РЕГИОНАЛЬНАЯ СПЕЦИФИКА ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА РЯСКОВЫЕ (<i>LEMNACEAE</i>) НА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ...	341
Беспалова А.И., Белошейкина А.В. МИНЕРАЛЬНЫЕ И ТЕХНОГЕННЫЕ ЧАСТИЦЫ В СОСТАВЕ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ СНЕГОВОГО ПОКРОВА В РАЙОНЕ РАЗМЕЩЕНИЯ СОРСКОГО ГОК (РЕСПУБЛИКА ХАКАСИЯ)	342
Будаева Ю.С. ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ СНЕГОВОГО ПОКРОВА ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ Г. ЮРГА)	344
Бучельников В.С. ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ПЫЛЕАЭРОЗОЛЬНЫХ ВЫПАДЕНИЙ ПО ДАННЫМ ПОСЛОЙНОГО АНАЛИЗА СНЕГОВОГО ПОКРОВА	346
Володина Д.А. АНАЛИЗ ЖИДКОЙ ФАЗЫ ПРОБ СНЕГОВОГО ПОКРОВА В РАЙОНАХ РАСПОЛОЖЕНИЯ ЦЕМЕНТНЫХ ЗАВОДОВ (НА ПРИМЕРЕ КЕМЕРОВСКОЙ И НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТЕЙ)	348
Воронина Ю.С. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ГОРНО-ДОБЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ Г.ЗАКАМЕНСК	351
Горбулина А.Р. МЕТОДЫ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ФИЛЬТРАТА ПОЛИГОНОВ ТКО	352
Грушецкий А.А., Толоконникова З.А. ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ СТРУКТУРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПАМЯТНИКИ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА	354
Гусева А.А. УГОЛЬНАЯ ПЫЛЬ КАК ФАКТОР ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ. Дорохова Л.А., Богданова А.М. БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ИНДИКАЦИЯ СОЕДИНЕНИЙ ХЛОРА В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ В Г. АРМЯНСКЕ (АВГУСТ-СЕНТЯБРЬ 2018).....	359
Заздравных А.А. ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КЛАССА ОПАСНОСТИ ОТХОДОВ	361
Захаров С.В. ОСОБЕННОСТИ ЛИТОГЕОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПРИБРЕЖНЫХ ПОЧВ ТОМИ И ЕЕ ПРИТОКОВ	363
Илгашева Е.О. ТЕХНОГЕННЫЕ ЧАСТИЦЫ В СОВРЕМЕННЫХ АНТРОПОГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ГОРОДОВ РОССИИ	364
Клокова Ю. В., Лымарь И. О. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ПРИ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ЛАНДШАФТОВ	366
Кобызев Н.С. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ КОММЕРЧЕСКОГО ТУРИЗМА	368
Коннова Ю.А. ОЦЕНКА ФИТОТОКСИЧНОСТИ БУРОВОГО ШЛАМА НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТОМСКОЙ И ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОВСА <i>AVENA SATIVA</i> В КАЧЕСТВЕ ТЕСТ-ОБЪЕКТА	370
Кучумова Е.Е. РТУТЬ В ОТХОДАХ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ПРИМЕРЕ ОБЪЕКТОВ ХАКАСИИ	372
Леухин И.В. ИЗУЧЕНИЕ ФАКТОРОВ МАГНИТНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА Г. ТАШТАГОЛ	374
Лузина А. А. ОЦЕНКА ЗАТРАТ НА МЕРОПРИЯТИЯ ПО ГЕОТЕХНИЧЕСКОМУ МОНИТОРИНГУ НА ОБЪЕКТАХ ОБУСТРОЙСТВА МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА В КРИОЛИТОЗОНЕ	376
Луц Е.Ю. РТУТЬ В ПОЧВАХ ОТВАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ДОБЫЧЕ ИЗВЕСТНЯКА НА ПРИМЕРЕ МАЛОСАЛАЙРСКОГО ОТВАЛА ФЛЮСОВЫХ ИЗВЕСТНЯКОВ	377
Малютена С.А., Большунова Т. А., Чернышев К. Н. СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ В ЭПИФИТНЫХ ЛИШАЙНИКАХ НА ТЕРРИТОРИИ ПРИРОДНОГО КОМПЛЕКСА «ЗОЛОТЫЕ ГОРЫ АЛТАЯ»	379
Маслов К. А. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ПОВРЕЖДЕННЫХ ДЕРЕВЬЕВ НА СНИМКАХ С БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ	382
Мишанькин А.Ю. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ГЕОХИМИЧЕСКИХ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ КОМПОНЕНТОВ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВЬЮН (РЕСПУБЛИКА САХА – (ЯКУТИЯ)).....	384
Моисеева Л.М., Байкенова Г.Е., Шарипова Б.У. БРОМ В ВОЛОСАХ ЖИТЕЛЕЙ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА	386
Новолодская Э.В. ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УГЛЕЙ ОЛОНЬ-ШИБИРСКОГО КАМЕННОУГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	387
Носова М.В., Середина В.П. ТЕХНОГЕННЫЙ ГАЛОГЕНЕЗ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ: ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И МЕТОДЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ	390
Потапова С.А. ВЛИЯНИЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА НА РАЗВИТИЕ ОПАСНЫХ ЭКОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В БАССЕЙНЕ Р. АК-СУГ (РЕСПУБЛИКА ТЫВА).....	392
Рулик М.А., Беляновская А.И., Куровская В.В. ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ КОСТЕЙ МЛЕКОПИТАЮЩИХ КАК ИНДИКАТОР СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	394
Русланова К. Р., Бектенов Д. Е. ОЦЕНКА РИСКОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В ЛЕСНОМ МАССИВЕ НА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ	395
Сапрунова И.А. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И МИНЕРАЛЬНО-ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ УЛИЧНОЙ ПЫЛИ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ Г.МЕЖДУРЕЧЕНСКА, КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)	397
Сладкова А. Д. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ШЛАКОВ В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД.....	400

Тайкина И.А. ЭКОЛОГО-БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ Г. УЛАН-УДЭ ПО ДАННЫМ ИЗУЧЕНИЯ ЛИСТЬЕВ ТОПОЛЯ	402
Хасанова Э.Х., Афонин И.В. ВОСПРОИЗВОДСТВО ЛЕСОВ КАК СПОСОБ СОХРАНЕНИЯ ТАЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЮГО-ВОСТОКА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ ПРИ ВЕДЕНИИ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	404
Чурина С.С. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РТУТИ В УЛИЧНОЙ ПЫЛИ Г. МЕЖДУРЕЧЕНСКА (ЮЖНЫЙ КУЗБАСС)	406
Шуварикова В.Ю., Барановская А.Ю. ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ РАСТЕНИЯМИ СЕМЕЙСТВА РЯСКОВЫЕ (LEMNACEAE) НА ТЕРРИТОРИИ КОЛПАШЕВСКОГО РАЙОНА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ	408
Подсекция 8.1 – ГЕОЭКОЛОГИЯ ГЛАЗАМИ ЮНЫХ	
Асхадуллина А.Н. ПРОКОПЬЕВСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 1995 ГОДА – ЕСТЕСТВЕННОЕ ТЕКТОНИЧЕСКОЕ СОБЫТИЕ В ЖИЗНИ ГОРОЖАН	410
Казтай Д. КАРКАСНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ПРИМЕРЕ ПРОГРАММЫ MICROMINE.....	412
Строгонов Д.Е. ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА: ДРУГ ИЛИ ВРАГ?.....	414

Научное издание

ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ И ОСВОЕНИЯ НЕДР

Труды XXV Международного симпозиума
имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых,
посвященного 120-летию горно-геологического образования в Сибири,
125-летию со дня основания Томского политехнического университета

Компьютерная верстка *Е.Ю. Пасечник, И.В. Павлова*

**Зарегистрировано в Издательстве ТПУ
Размещено на корпоративном портале ТПУ
в полном соответствии с качеством предоставленного оригинал-макета**



Издательство

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ